5516DL形
オシロスコープ
取扱説明書

菊水電子工業株式会社

承認

校正

NP-32635.B　7211000・30S.K13

作成　年月日 77.10.17

仕様番号 S-77246

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お 願 い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

承認 ・ ・
菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
校正 ・ ・
NP−32635 B
751010 0・20SK14
作成 年月日 ・ ・
仕様番号 S−77246

目　次

頁

1. 概説および特長

1.1　概　説　4
1.2　特　長　4
1.3　構　成　5

2. 仕　様　6

3. 使　用　法

3.1　前面パネルの説明　12
3.2　背面パネルの説明　19
3.3　取扱上の注意　20
3.4　電源変更　21

4. 操　作　22
4.1　校正電圧波形を加え管面に波形を出す。　23
4.2　2現象動作とADD動作　24
4.3　X − Y 動作　26
4.4　INTEN MODU　27
4.5　トリガーおよび時間軸　27
4.6　トリガー信号源の種類　28
4.6.1　内部トリガー（NORM，CH1，CH2）　29
4.6.2　外部トリガー（EXT TRIGGER IN）　29
4.7　AC と DC　29
4.8　FLAT と HF REJ　30
4.9　LEVEL つまみと PUSH+，PULL−　30
4.10　COMP AUTO の操作　32
4.11　AUTO の動作　32
4.12　NORM の動作　32
4.13　SINGLE の動作　32
4.14　掃引拡大の操作（PULL 5× MAG）　33
4.15　垂直軸入力信号の加え方　33
4.15.1　被覆電線の使用　33

4.15.2　シールド線の使用　34
4.15.3　同軸ケーブルの使用　34
4.15.4　プローブの使用　34
4.15.5　プローブ使用における注意事項　35
4.16　電圧の測定　36
4.16.1　DC 電圧の測定　36
4.16.2　AC 電圧の測定　37
4.16.3　AC 結合での使用　38

5.　測　　定

5.1　時間の測定　41
5.2　パルス幅の測定　41
5.3　パルスの立上り，立下り時間の測定　42
5.4　周波数の測定　42
5.5　位相差の測定　44

6.　校　　正

6.1　概　　要　47
6.2　直流電源の調整とチェック　47
6.3　垂直軸偏向感度　49
6.4　VOLTS/DIV 各レンジの入力容量および位相補正　50
6.5　掃引時間　51
6.6　プローブの校正　52
6.7　ASTIG GEOMETRY の調整　53

7.　ブロックダイアグラム　54

1.　概　説

1.1　概　説

菊水電子 MODEL 5516DLは，既発売の5516形オシロスコープに垂直遅延回路を組み入れ，高速パルス波等の立ち上り時間観測を容易にした133㎜の歪のない高輝度ブラウン管使用の5mV 20MHz 2現象トリガー同期掃引方式オシロスコープです。

1.2　特　長

o 垂直遅延回路

垂直軸に遅延線（DELAY LINE）が入っている為，高速パルス等の立ち上り時間の観測が容易になりました。

o コンプリートオート回路

菊水電子が独自に開発した，全く新しいトリガー回路の採用，―――COMPLETE AUTO TRIGGER 回路方式―――により同期操作が，より簡単になりました。

o IC化回路を採用

オシロの心臓部とも言えるTRIGGERING回路及び時間軸回路を殆んどIC化しました。この為，同期のかかり具合がよりスムーズになりました。

o TRIGGER MODE の切換

TRIGGER MODEを，CH1，CH2，NORM，EXTERNALと，4回路設けました。CH1，又はCH2のTRIGGER MODEで使用する場合，垂直軸チャンネル間の位相関係が，入力接栓の取換えなしに，ワンタッチで確認出来ます。

o SINGLE掃引

SINGLE掃引回路が付いています。DC結合トリガー採用と相まって，使用範囲がより広くなりました。

o ワンタッチプッシュボタンの採用

挿入確実なプッシュボタンを多く採用しています。特にX－Y動作は，1ヶ所

のプッシュ動作のみでX－Yスコープに早変わりします。

o CHOP, ALTが自動的にスイッチ

2現象動作のCHOP ALTが，時間軸のTIME/DIVスイッチと連動しています。1 mSEC以下の遅い掃引時間では，CHOP MODEで動作し，0.5mSEC以上の速い掃引時間ではALT MODEで動作します。

o 最高掃引時間40nS/DIV（5×MAG時）

優れたトリガー回路と合せて高速パルス信号の観測が容易に行なえます。

o 高速掃引で明るい輝線

ZEROレベルを問題にする様な波形観測時のZERO Vレベルの確認および輝線の傾きなどが，AUTOの動作で最高掃引時にも入力をGNDする事により確認出来ます。更にAUTO回路の改良により高速掃引に於ても，チラツキの無い明るい輝線が現われます。

o ローテーションコイルの採用

ローテーションコイルを採用していますので，地磁気の影響等による輝線の水平位置修正が，楽に行なえます。

o 高輝度ブラウン管の採用

ビーム透過率が良く，輝線が明るくシャープなブラウン管を使用しています。

1.3　構成

本器は，次の様に本体と附属品とで構成されています。

本体	1
附属品	
プローブ（959A BNC形）	2
942形端子アダプタ	1
6角スパナ（3%）	1
ヒューズ（スロープロー 1A）	1
ショートバー（短）	1
取扱説明書	1

承認　校正　作成　仕様
新水電子工業株式会社　取扱説明書書式

2. 仕　様

垂直軸偏向部

項目	規格	注
感度	5mV/DIV〜10V/DIV　11点	1，2，5ステップ
感度誤差	VARIABLEをCAL'Dの位置で，パネル表示値の±3％以内	
周波数帯域幅	DC　DC　〜15MHz AC　2Hz〜15MHz	−3 dB 以内 50kHz，8DIV基準
	DC　DC　〜20MHz AC　2Hz〜20MHz	−3 dB 以内 50kHz，4DIV基準
感度連続変化	パネル表示値の2.5倍以上減衰出来る。	
立上り時間	23.3nS　（15MHz） 17.5nS　（20MHz）	23.3nS＝計算値 17.5nS＝計算値
入力インピーダンス	1MΩ±2％　35PF±2PF	並列
入力端子	BNC形レセプタクル	
最大許容入力電圧	5mV/DIVレンジ　400V その他のレンジ　600V	DC＋ACピーク値 ACは1kHz以下
入力結合方式	AC及びDC	
DCオフセットによる輝線移動	5mV/DIVレンジで，0.2DIV以内	DC，GNDに切換えて
レンジ切換による輝線移動	2V/DIV，5V/DIVのレンジを切換えて1DIV以内	AC，DC，GNDをGNDにて
直線性	CRT管面の中央4DIVの信号を上，下の有効域一ぱいに動かして，縦方向の伸び縮みが±0.2DIV以内	100kHz以内の周波数にて，CRTの直線性も含む。
同相信号除去比	50kHzで，100：1以上	CH1，CH2の感度を正確にそろえて
チャンネル間干渉	1000：1以上 100kHz，8DIV基準で，測定する。	CH1，2とも5mV/DIVのレンジにて，DUAL動作で，一方の入力に管面有効範囲の信号を加え，他の入力は50Ωでターミネートする。

項目	規格			注
PUSH INV	チャンネル2のみ極性反転			
垂直軸動作様式	CH1	チャンネル1単独		
	CH2	チャンネル2単独		
	DUAL 自動的に 切換	ALT	チャンネル1，2を交互に掃引	0.5mS～0.2μS迄 ALT掃引
		CHOP	チャンネル1，2を約100kHzで切換	0.5S～1mS迄CHOP切換 TIME／DIVと連動
	ADD	チャンネル1＋2		
信号遅延時間	約120nS			

水平軸偏向部

項目	規格	注
掃引時間	0.2μS／DIV～0.5S／DIV	20レンジ1，2，5ステップ
掃引時間誤差	±3％以内	VAR1はCAL'Dの位置で
掃引時間連続変化	パネル指示値の2.5倍以上調整出来る。	
掃引拡大	5倍	
拡大誤差	0.5S／DIV　1μS／DIV　±3％ 0.5μS／DIV，0.2μS／DIV　±5％	
拡大による位置変化	中央部分で±1DIV以内	

トリガー

項目	規格		注
トリガー信号源	NORM	CH1，CH2の信号でトリガー	
	CH1	CH1，のみの信号でトリガー	
	CH2	CH2，のみの信号でトリガー	
	EXT	外部の信号でトリガー	
結合	DC，AC，HF REJ		
極性	＋および－		

項目	規格	注
内部トリガー感度		
DC	DC ～ 20MHz　0.3DIV	CRT 管面の振幅で示す。
AC	5Hz ～ 20MHz　0.3DIV	
HF REJ	DC ～ 50kHz　0.3DIV	
外部トリガー感度		
DC	DC ～ 20MHz　200mVp-p	
AC	5Hz ～ 20MHz　200mVp-p	
HF REJ	DC ～ 50kHz　200mVp-p	
COMP AUTO	50Hz以上の繰返しを持つ信号に対し，CRT管面振幅 0.3 DIV 以上で完全にトリガーする。	トリガーレベルツマミを調整出来る。ツマミの位置に関係なく 0.3DIV でトリガーする。
AUTO	50Hz以上の繰返しを持つ信号に対し，トリガー感度の項を満足する。	トリガーを外した状態の時，自動的にフリーランする。
NORM	トリガー感度の項を満足する。	トリガーを外した状態の時，輝線は除去されて待機状態となる。
SINGLE	上記トリガー仕様をすべて満足する単一掃引。RESET により再待機が可能	入力信号が有るまでは，待機状態を持続。
外部トリガー入力インピーダンス	約100kΩ　60PF 以下	並列
入力端子	BNC レセプタクル	
最大許容入力電圧	100V（DC＋ACピーク）	AC 1kHz 以下

外部掃引増幅器（X－Y）

項目	規格	注
方式	XY方式　CH1がX　CH2がY	X＝水平軸，Y＝垂直軸
感度	X　5mV/DIV～10V/DIV Y　5mV/DIV～10V/DIV	X，Yとも 11 ステップ

項　目	規　格	注
周波数帯域幅	X　DC～　2 MHz Y　DC～20 MHz	－3 dB以内 －3 dB以内（4 DIV基準）
入力インピーダンス	X，Yとも1MΩ±2%　35PF±2PF	並　列
最大許容入力電圧	X，Yとも5mV/DIVレンジ　400V その他のレンジ　600V	DC＋ACピーク 1 kHz 以下
入力端子	X，YともBNCレセプタクル	パネルにX，Y文字で表示

校正電圧

項　目	規　格	注
波形	方形波	
極性	正極性	
出力電圧	50mVp-p，2Vp-p	
出力電圧誤差	±3%以内	
周波数	1 kHz ±25%	
デューテイレシオ	45：55以下	
立上り時間	約150nS	
出力端子	チップ端子	

Z軸増幅器

項　目	規　格	注
輝度変調	3Vp-pの入力信号で変調が認められる。 正の入力信号で輝線が暗くなる。 負の入力信号で輝線が明るくなる。	
周波数範囲	DC～1MHz	
入力抵抗	約10 kΩ	
入力端子	バインデングポスト	

ブラウン管

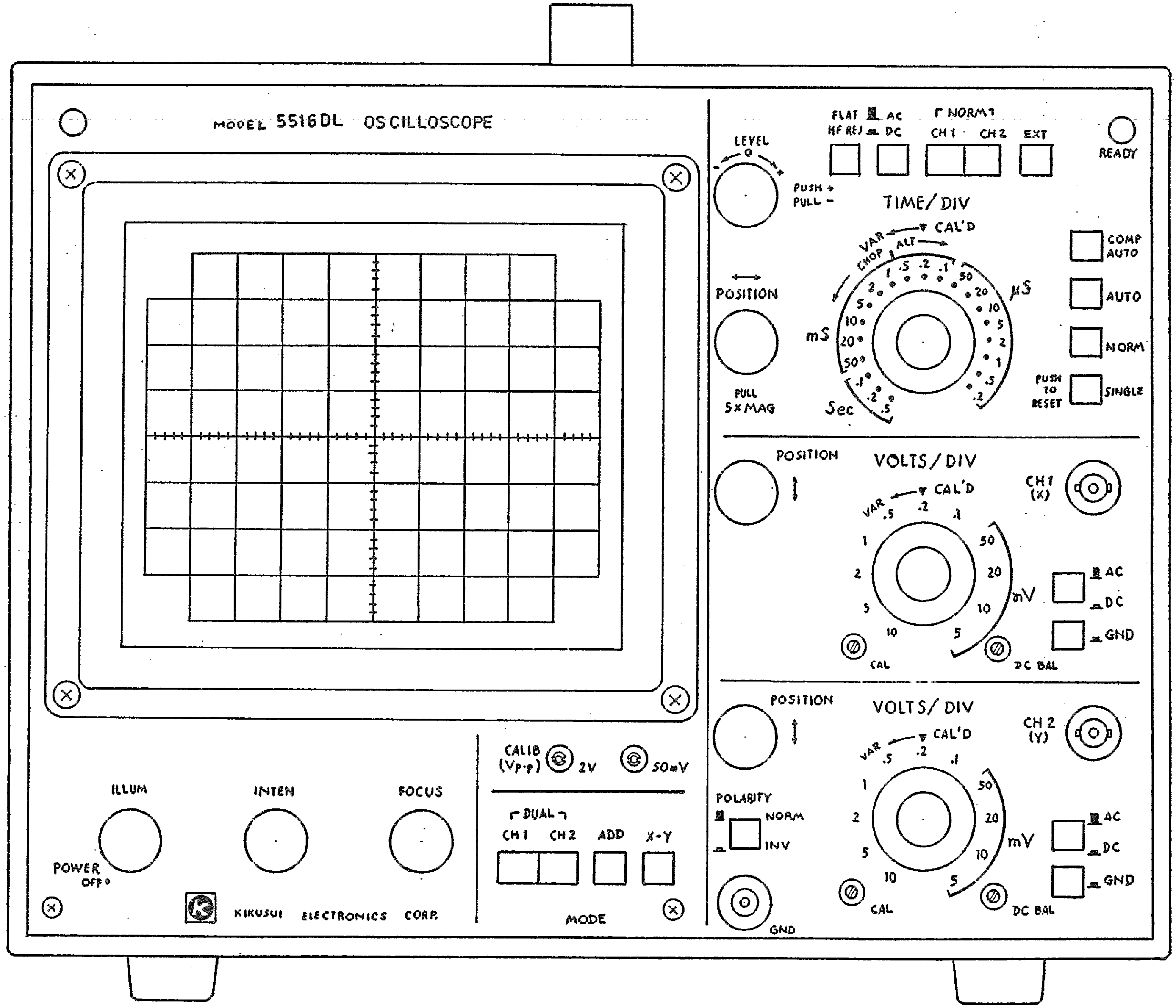
項目	規格	注
種類	133m/m丸形ブラウン管	高輝度
螢光体	B31	
加速電圧	約2000V	
有効面積	8×10DIV	1DIV≅9.5m/m
輝線と目盛一致	ローテーションコイルを使用，電気的に調整出来る。	
ブランキング	G1にて	
イルミネーション	連続的に明るさを変化出来る。	

電源

項目	規格	注
供給電圧範囲	100V，110V，117V，200V 200V，230V，240V，各電圧値の±10％	電源トランスのタップを切換えられる。通常100Vに接続してある。
周波数	50Hz～60Hz	
消費電力	約63VA	

機構部

項目	規格	注
外形寸法	245W×205H×460Dm/m 242W×181H×400Dm/m	最大部 筐体部
重量	約9.3Kg	本体のみ


MODEL 5516DL OSCILLOSCOPE
LEVEL
O
PUSH +
PULL −
FLAT AC
HF REJ DC
NORM
CH1
CH2
EXT
READY
TIME/DIV
VAR
CAL'D
CHOP
ALT
μS
mS
Sec
COMP AUTO
AUTO
NORM
PUSH TO RESET
SINGLE
POSITION
PULL 5×MAG
POSITION
VOLTS/DIV
CAL'D
CH1 (X)
AC
DC
GND
mV
CAL
DC BAL
POSITION
VOLTS/DIV
CAL'D
CH2 (Y)
POLARITY
NORM
INV
GND
AC
DC
GND
mV
CAL
DC BAL
CALIB (Vp-p)
2V
50mV
DUAL
CH1
CH2
ADD
X-Y
MODE
ILLUM
POWER OFF
INTEN
FOCUS
KIKUSUI ELECTRONICS CORP.

3.　使　用　法

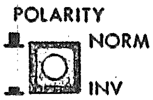
3.1　前面パネル面の説明

前面パネルのツマミ，および端子等についての説明です。2重ツマミについては，黒色ツマミが黒文字で，赤色ツマミが赤文字でそれぞれパネルに示されています。

POWER OFF	ILLUMINATION ツマミと共用のパワースイッチで，左へ回し切るとパワーオフ，右へ回すとパワーオンになり，電源が投入されます。
ILLUM	管面の明るさを調整するツマミです。右回しで明るくなり，左回しで暗くなります。
INTEN	ブラウン管の輝度調整ツマミです。右回しで明るくなり，左回しで暗くなります。
FOCUS	ブラウン管の管面に現われるスポット，あるいはトレースが最もシャープになる様に，内部にあるASTIG 半固定抵抗器と共に調整するツマミです。
CALB(Vp-p)	感度校正用，又はプローブの位相特性調整用の方形波発振器です。出力電圧は，2Vp-p と50mVp-p で，周波数は，約1 kHz です。出力はパネル面のチップ端子より取り出せます。
垂直軸偏向部	CH，CH2 のツマミ及び端子は双方とも同一の機能を持っています。したがってCH1 のツマミ及び端子等についての説明は，CH2 にも当てはまります。
CH1 (X)　　CH2 (Y)	垂直軸の入力端子です。と，同時にX－Y動作の入力端子でもあります。端子はBNC 形レセプタクルで，入力信号を接続します。プローブ使用の時も，このBNC 形レセプタクルに接続します。

AC **DC**	入力の結合状態を選択する，プッシュボタンスイッチです。ボタンを押した時が，DC 結合，押さない時が AC 結合です。AC 結合の時，入力信号に直流分がある場合，直流分をカットし，交流分のみが観測出来ます。DC 結合の時は，入力信号の直流分を含めた観測が出来ます。
GND	この GND プッシュボタンスイッチを押すことにより，入力の BNC 形レセプタクルと，垂直軸増幅器の接続が切れ，垂直軸増幅器の入力が接地されます。又，この状態で，ブラウン管面の ZERO ボルト電位を知ることが出来ます。
VOLTS/DIV	黒色ツマミは，垂直軸偏向感度を 5 mV/DIV から，10V/DIV まで 11 レンジに切換えるロータリスイッチです。 各レンジの指示値は，赤色ツマミの VARIABLE を右へ回し切った位置（CAL'D の位置）で，管面の垂直軸方向 1DIV 当りの電圧感度を示します。
VAR ←▼ CAL'D	VAR は VARIABLE の略で，垂直軸の連続減衰調整器です。減衰度は，左へ回し切った位置で約 1/25 になります。CAL'D は，赤色ツマミを右へ回し切った位置に於て，垂直軸増幅器の感度校正が行なわれている事を，示します。
POSITION ↕	スポットあるいは，輝線の垂直位置調整用のツマミです。右回しで上方へ，左回しで下方へ移動出来ます。
DC BAL	VOLTS/DIV を切換えた時の，輝線移動を最少にする半固定可変抵抗器です。本機では 2V/DIV と 5V/DIV レンジ間で調整を行ないます。
CAL	垂直軸の感度調整です。各レンジ共通です。

GND（端子） パネル，シャッシ，および本体と電気的に接続されている端子です。（ CH1， CH2 共通 ）



CH2 の入力信号の位相を180°反転するプッシュボタンスイッチです。押した状態が反転動作となります。

以上，GND と POLARITY を除いて，CH1 と CH2 は同一の機能を持っています。

MODE CH1 および CH2 垂直軸増幅器の動作を選択し，かつ切換える4連のプッシュボタンスイッチで，以下に述べる各動作に選択出来ます。

CH1 CH1 の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。

CH2 CH2 の垂直増幅器のみ動作し，単現象のオシロスコープになります。

DUAL CH1 CH2 CH1 プッシュボタンスイッチと，CH2 プッシュボタンスイッチを同時に押すと，CH1，CH2 の各垂直軸増幅器がCHOP 又は ALT で切換わり2現象動作のオシロスコープになります。0.5S/DIV から 1mS/DIV までは，CHOP で動作し，0.5mS/DIV から 0.2μS/DIV までは，ALT で動作します。

ADD CH1 と CH2を同時に動作させ，管面に CH1 と CH2の入力信号の代数和，又は差の信号を描かせます。

CH1 ＋ CH2

差の場合は，CH2 の POLARITY プッシュボタンスイッチを押すと CH1 － CH2 になります。

X-Y

X－Y方式の外部掃引増幅器で，CH1がX軸（水平軸），CH2がY軸（垂直軸）に切換わります。但し，X軸の周波数特性は，DC～2MHz －3dBとなります。

水平軸偏向部

↔ POSITION

スポットあるいは輝線の水平位置調整用ツマミです。右回しで右方向へ，左回しで左方向へ位置移動が出来ます。

PULL 5×MAG

POSITIONツマミと共用で，このツマミを引き出すと，輝線が管面中央を軸として水平方向へ5倍拡大されます。
但し，XY動作の時は5倍拡大は行なわれません。

TIME/DIV

黒色ツマミは，掃引時間を0.5S/DIVから0.2μS/DIVまで20レンジに切換えるロータリスイッチです。各レンジの指示値は，赤色ツマミのVARIABLEを右へ回し切った位置（CAL'Dの位置）で，管面の水平方向1DIV当りの掃引時間を示します。

VAR ← ▼CAL'D

この赤色ツマミは，掃引時間を連続的に変化させる調整器です。変化量は，左へ回し切った位置で約1/2.5になります。CAL'Dは，赤色ツマミを右へ回し切った位置に於て，掃引時間の校正がなされている事を示します。

LEVEL − 0 +

トリガーレベルの調整器です。トリガー信号波形の，どの部分から掃引を開始させるか，トリガー開始点を調整するツマミです。右回しでトリガーレベルが＋方向に，左回しで－方向に移動します。

PUSH＋ PULL－

トリガー信号波形のスロープを選択するプルプッシュスイッチで，前項のトリガーレベル調整器ツマミと共用しています。
PUSH＋の時，波形の下から上へ向うスロープでトリガーし，PULL－の時，上から下へ向うスロープでトリガーします。

COMP AUTO　本器の大きな特長である COMPLETE AUTO TRIGGER 回路を動作させるプッシュボタンスイッチです。このボタンを押し，回路を動作させる事により，トリガーへの入力信号が，管面振幅で，0.3DIV以上又は，EXTERNAL TRIGGER INPUT端子（後面パネルのBNCレセプタクル）への入力電圧が200mV以上あれば，トリガーレベルが自動的に追従し，確実にトリガーがかかり，本器は同期掃引動作を行ないます。この時でもトリガーレベルの設定が，入力信号のPEAK TO PEAKの範囲内で設定出来ますので，観測したい部分にトリガーレベルを設定する事が可能です。

AUTO　このプッシュボタンスイッチを押す事により，時間軸が自励掃引（フリーラン）の状態で動作します。観測信号が無くても，管面に明るい輝線が現われ，観測信号が50Hz以上の繰返し信号で，管面振幅3%以上あればトリガーする事が可能です。（トリガーレベルが入力信号の範囲内にあれば，観測信号は同期し，範囲外であればフリーランします。）

NORM　観測信号の無い場合，時間軸は待機状態に有り，掃引は行なわれません。信号の有る場合は，信号波形のPEAK TO PEAKの範囲内にトリガーレベルが有る時にのみ，信号に同期した掃引が行なわれます。

SINGLE　単掃引動作のプッシュボタンスイッチです。このボタンを押しますと，他のCOMP AUTO，AUTO，NORMの3つのプッシュボタンは，そのボタンを押さない状態にもどり，SINGLEボタン自体も元にもどります。

PUSH TO RESET

前項の単掃引動作プッシュボタンスイッチと共用しているプッシュボタンで，単掃引動作が一行程終了後再び単掃引動作の状態にもどす事が出来ます。

READY

この LED が点灯している間，時間軸は単掃引動作の待機状態となります。

FLAT / HF REJ

トリガー信号の結合状態の切換えのプッシュボタンスイッチです。FLATの位置では，CH1，CH2，NORM，EXT からのトリガー信号が，そのままトリガー回路の入力に入ります。

HF REJ(HIGH FREQUENCY REJECTION 又はREJECT)の位置では，約50kHz を境とするハイカットフィルターが挿入され，信号に重畳している約50kHz 以上の高周波成分やノイズが，減衰してトリガー回路に入ります。

AC / DC

トリガー回路の結合状態を示すプッシュボタンスイッチです。AC の時，トリガー入力回路がAC 結合となり，直流分がある場合，直流分をカットし交流分のみでトリガーします。

DC の時は，DC 結合となり，直流分を含めたままでトリガーします。

NORM　CH1　CH2　EXT

トリガー信号源の種類を選択するプッシュボタンスイッチです。以下に述べる4種類に選択できます。

CH 1

垂直軸CH1 に加えられた信号が，トリガー信号源となります。この時，垂直軸のMODE が CH2，DUAL あるいはADD の状態であってもCH1の信号がトリガー信号源となります。

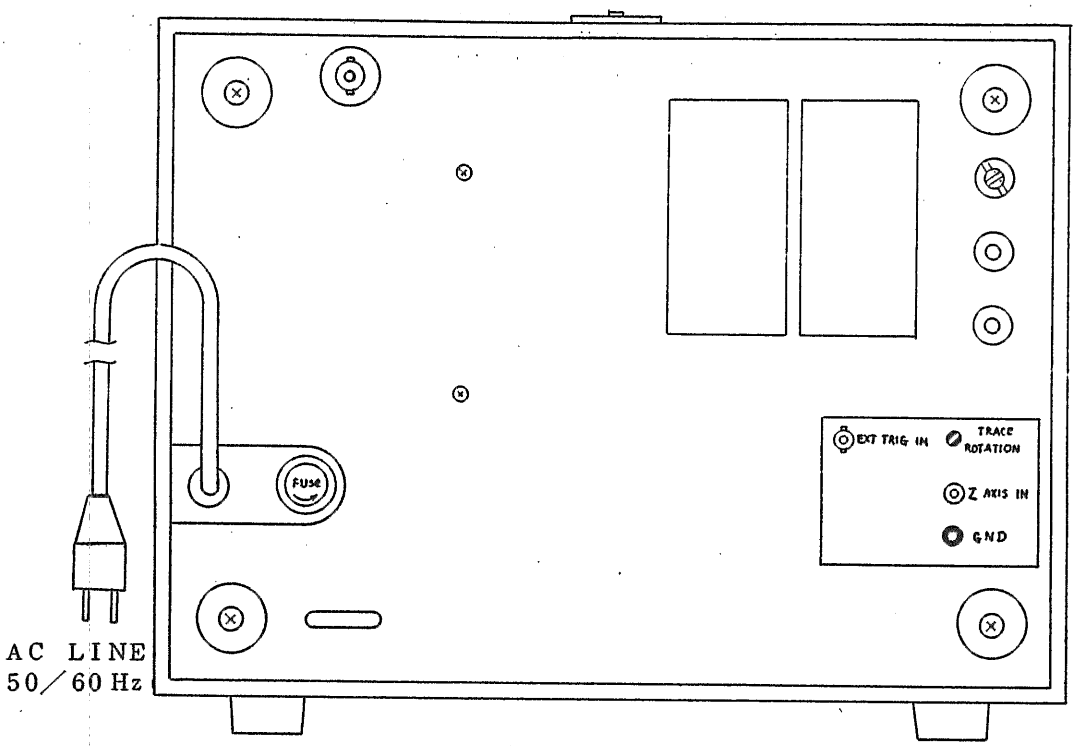
CH 2　垂直軸 CH2 に加えられた信号が，トリガー信号源となります。この時，垂直軸の MODE が CH1，DUAL あるいは ADD であってもCH2 の信号がトリガー信号源となります。

┌NORM┐ CH1　CH2　上記トリガーの CH1 プッシュボタンスイッチと，CH2 プッシュボタンスイッチを同時に押すと，NORM トリガーモードになり，管面に描かれている観測波形がトリガー信号源となります。

EXT　EXT TRIGGER IN端子に加えられた外部からの信号がトリガー信号源になります。

3.2 背面パネルの説明

背面パネルには，EXT TRIG IN端子（BNC形レセプタクル），TRACE ROTATION（半固定抵抗器），Z AXIS IN端子（バインデングポスト），ヒューズホルダー，電源コードなどが，あります。これらの一部には，表示がなされています。


AC LINE
50／60 Hz
FUSE
EXT TRIG IN
TRACE ROTATION
Z AXIS IN
GND

EXT TRIG IN	外部からのトリガー入力用BNCレセプタクルです。
Z AXIS IN GND	外部からの輝度変調入力用端子です。赤端子がホット側，黒端子がGNDになります。使用しない時は，附属のショートバーで短絡しておきます。
TRACE ROTATION	輝線の水平傾きの位置修正用半固定抵抗器です。
FUSE	ヒューズホルダーで1Aのスローブローヒューズを使います。左へ回転させるとキャップがはずれ，ヒューズが取り出せます。

AC LINE　ACコードです。プラグを規格内のAC ラインに接続して使用します。

3.3　取扱上の注意

ライン入力電圧	本器のライン入力電圧は100V±10% の範囲で正常に使用出来ます。 この範囲外の供給電圧での使用は，動作不完全あるいは故障の原因になりますので，適当な方法で100V±10 %の範囲内で使用して下さい。
周囲温度	本機が正常に動作するための周囲温度は0℃～40℃の範囲です。
環境	高温多湿の環境で長期間の使用，又は放置は，故障の原因になり，本器の寿命を短かくしてしまいます。 また周囲に強力な磁界や電磁波等のラジエーションがある場所での使用は好ましくありません。観測に悪影響を与えます。
ブラウン管の輝度	輝度を明るくし過ぎたり，スポットのままで，長時間放置しないで下さい。ブラウン管の寿命を大きく損ないます。
入力端子の耐電圧	各々の入力端子及び附属のプローブは，次の様に最大許容入力電圧が規定してあります。 規定以上の電圧を加えると，故障又は破損することがありますので，注意が必要です。

CH1，CH2　端子	
VOLTS/DIV が 5mV レンジ	400V（DC + ACピーク）
それ以外の レンジ	600V（DC + ACピーク）

プローブ　(959BNC)	600V(DC＋ACピーク)
EXT TRIG IN 端子	100V(DC＋ACピーク)
Z AXIS IN 端子	100V(DC＋ACピーク)

ただし，繰返し周波数　1kHz 以下

3.4 電源変更

本器は，100V以外での使用にも応じられる様，電源トランスに各種タップを設けてありますので，必要に応じAC入力電圧の変更が出来ます。また，ACプラグは，125V−7Aまでの規格ですから，125V以上のACラインでの使用の場合は，取り替える必要があります。ヒューズは下表の規格のものを使用して下さい。

AC (V)	ヒューズ (A)	注
90 〜 110	1	スローブローヒューズを使用のこと。
100 〜 120		
105 〜 129		
180 〜 220	0.5	
200 〜 240		
210 〜 258		

4. 操　作

電源を投入する前に，正面パネルのツマミを次の様に設定して下さい。

INTEN,POWER OFF		左へ回し切る
FOCUS		ほぼ　中央
MODE		CH1　ボタンを押す
TRIGGER	LEVEL	ほぼ　中央
	FLAT−HF REJ	FLAT
	AC − DC	AC
	CH1−CH2−NORM−EXT	CH1
	COMP AUTO−AUTO−NORM −SINGLE	AUTO
TIME/DIV		0.2mS
POSITION（水平）		ほぼ　中央
CH1	POSITION（垂直）	ほぼ　中央
	VOLTS/DIV	0.2V（赤ツマミは CAL'D の位置）
	AC − DC	DC
	GND	GND ボタンを押す。

電源コードをAC100V に接続し，INTEN ツマミを POWER OFF の位置から右へ回します。カチッと音がして，POWER ON になり，パネル面左上の LED（発光ダイオード）が点灯し，本器に電源が投入されます。
約10秒後，さらにINTEN ツマミを右へ回し，適当な明るさのトレースが現れる位置にセットします。

FOCUS の調整

CH1 POSITION 及び，水平POSITION ツマミを回し，輝線を管面のほぼ中央へ位置させます。

FOCUS ツマミを回し，輝線が最もシャープになる様調整します。

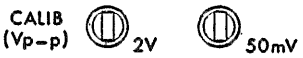
4.1 校正電圧波形を加え管面に波形を出す。

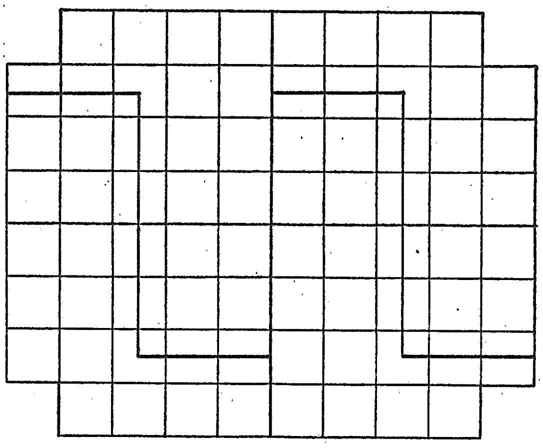
本器の校正電圧（CALIB）の信号を，CH1の入力端子に附属のBNC端子アダプタを取付け，出来るだけ短い線で接続し，管面に校正電圧の方形波をトレースさせます。（CALIB出力は50mVを使用する。）

パネル面の操作は次の様にします。

AC－DC（CH1）	プッシュボタンスイッチ	DC
GND　（CH1）	〃	押さない状態にする。
VOLTS／DIV（CH1）	ツマミ	10mV
VARIABLE　（CH1）	〃	CAL'D
TIME／DIV	ツマミ	0.2mS
VARIABLE	〃	CAL'D
その他のツマミ，プッシュボタンスイッチ		電源投入時と同じ。

以上に設定すると，管面振幅5DIVの方形波が観測出来ます。



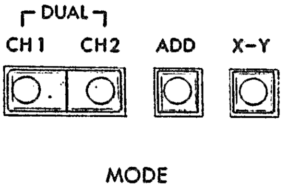


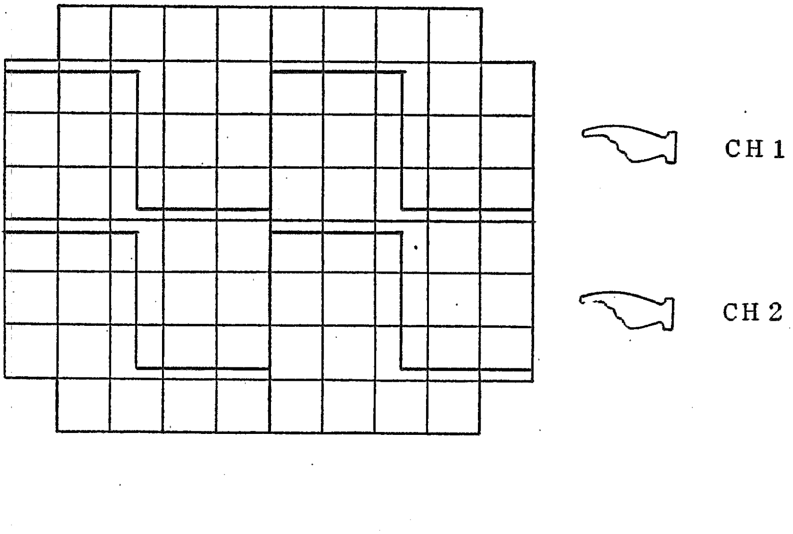
VOLTS／DIV ツマミを，左回しに１レンジづつ切換えると，垂直の振幅が減衰して行きます。VARIABLE ツマミを左へ回すと，やはり振幅が連続的に減衰します。以上の操作により入力信号と，VOLTS／DIV 及び，VARIABLE の関係が解ります。

4.2　２現象動作とADD 動作

２現象動作

MODEプッシュボタンスイッチをDUALします。（CH1 プッシュボタンとCH2 プッシュボタンとを同時に押して下さい。）前項までの操作では，CH1 にだけ校正電圧信号が入り，CH2 は無信号状態ですが，CH2 にも同様に校正電圧信号（50mV）を加えます。この時，トリガーは前項同様CH1 にし，CH1 に加えられた信号でトリガーさせます。

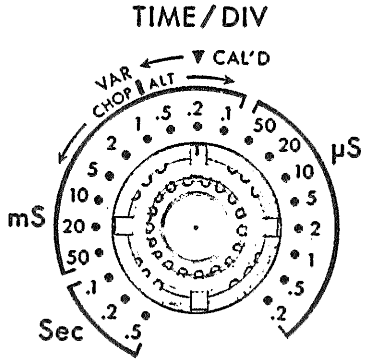




CH1 に加えられた信号に対し，同期の関係にある信号がCH2 にも加えられれば，必ずCH1，CH2 共静止した観測波形が得られます。

本器の２現象動作には，CHOP，ALTの各々のスイッチはなく，DUALのプッシュボタンスイッチしかありません。

実際には，CHOP，ALT の切換は，TIME/DIV ツマミと連動し，05S~1mS/DIV のレンジが CHOP 動作，0.5mS～0.2μS/DIV レンジが ALT 動作となる様，設計されています。


TIME/DIV
CAL'D
VAR
CHOP
ALT
mS
μS
Sec
1
.5
.2
.1
50
20
10
5
2
1
.5
.2
2
5
10
20
50
.1
.2
.5

CHOPの領域で動作させている場合などで，CH1 に加えられる信号の振幅が比較的小さく，しかも S/N 比の悪い条件で，安定したトリガーが得られず観測しにくい時は，HF REJ ボタンを押し，50kHz 以上の高い周波数成分を取り除いてやると，観測し易い場合があります。

ADD 動作

MODE プッシュボタンスイッチを ADD にします。CH1 の信号，および CH2 の信号の和，又は，差の信号観測が出来ます。

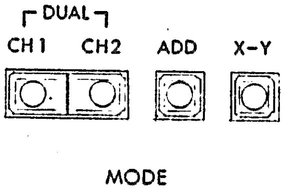
CH1 ± CH2 = ADD 波形

次に CH2 POLARITY プッシュボタンスイッチを INV モードにします。この状態では，CH1 − CH2 になり，差の信号観測が出来ます。

INV の状態 ： CH2 の信号が 180° 反転します。

4.3　X－Y動作

MODEプッシュボタンスイッチをX－Yにします。
この一動作で，CH1がX軸，CH2がY軸に設定出来ます。



Y軸は，CH2 単現象動作のCH2と全く同じ電気的特性で使用出来ますが，X軸は，周波数帯域帯がDC ～ 2MHz －3dB となります。（但し，VARIABLEツマミ，CH1 POSITIONツマミは動作しません。）
X軸のポジションは，水平のPOSITIONツマミにより変化することが出来ます。又，X－Y動作でない通常のスイープ状態の時より，動きがシャープになっています。それ以外は，CH1 単現象動作のCH1と全く同じ電気的特性で使用出来ます。

次に，校正電圧を，X，Yの両軸に加え，適当な振幅になる様，各々のVOLT/DIVレンジを調整し，管面の対角線に，2つのスポットを出します。周波数比1：1，位相角 ≃ 0の方形波のリサージュ図形が描かれます。

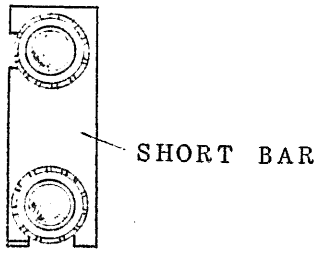
なお，X－Y動作時には，水平のポジションツマミと連動している5×MAGの動作は，不動となります。

4.4　INTEN MOD

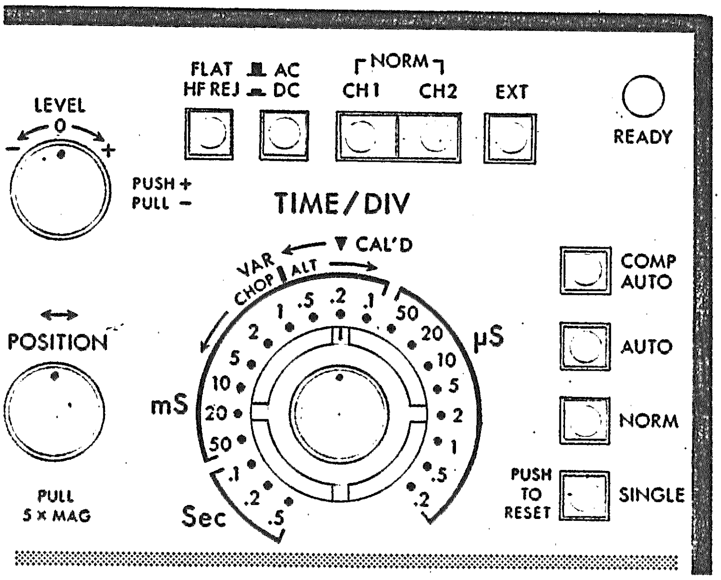
輝度変調信号入力端子で，背面に位置しています。

附属のショートバーをはずし，赤色端子と黒色端子（GND）間に信号を加えて使います。

使用しない時は，ショートバーを取り付けて置きます。

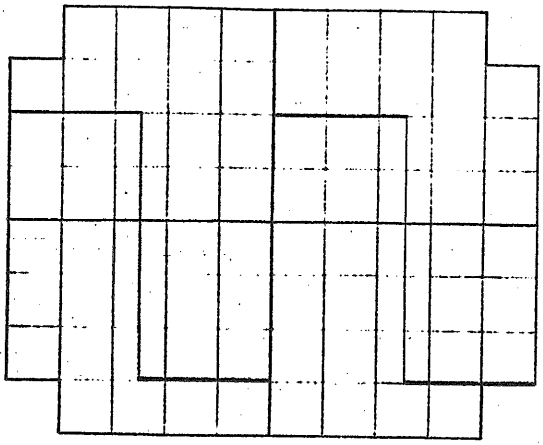


4.5　トリガーおよび時間軸


LEVEL
0
−
+
PUSH +
PULL −
FLAT
HF REJ
AC
DC
NORM
CH1
CH2
EXT
READY
TIME/DIV
CAL'D
VAR
CHOP
ALT
mS
μS
Sec
1
.5
.2
.1
50
20
10
5
2
1
.5
.2
2
5
10
20
50
.1
.2
.5
POSITION
PULL
5 × MAG
COMP
AUTO
AUTO
NORM
PUSH
TO
RESET
SINGLE

校正電圧は，約 1 kHzの方形波で，TIME/DIV ツマミが 0.2 mS/DIVの時，方形波の１つの繰返しが水平方向に約 5DIV の長さで観測出来ます。

承認
菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
校正
NP－32635 B
7510100・20SK14
作成
年月日
仕様番号



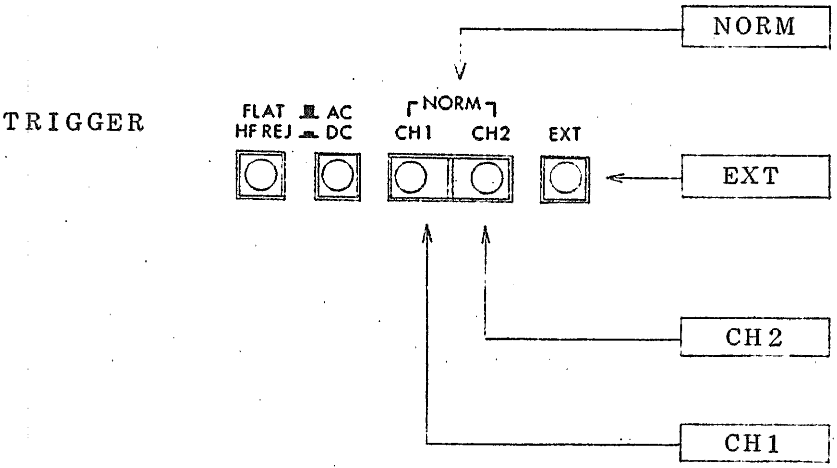
TIME／DIV ツマミを右方向へ切換えて行くと，掃引時間が速くなり，左方向へ切換えて行くと遅くなります。

また，VARIABLE ツマミで，掃引時間を連続的に変えられます。

4.6　トリガー信号源の種類

観測信号波形を安定に管面に静止させるには，トリガー回路に，観測信号波形と同期した入力信号をトリガー回路に加え，そのトリガーにより，時間軸を掃引させ観測信号波形を静止させます。

トリガー回路に加えられるトリガー信号の種類には，オシロスコープ内部から加えられる NORM（管面波形），CH1（CH1の信号），CH2（CH2 の信号）か，オシロスコープの外部から加えられる信号　EXT　（背面パネル表示－ EXT TRIG IN）と，大別して4種類の信号に分けることが出来ます。


NORM
TRIGGER
FLAT
HF REJ
AC
DC
NORM
CH1
CH2
EXT
EXT
CH2
CH1

4.6.1　内部トリガー（NORM，CH1，CH2）

内部トリガーの場合は，入力信号を垂直増幅器の途中でPICK UPし，トリガー用増幅器で，トリガーするに必要な電圧まで増幅して，トリガー回路へ内部で接続されます。

NORM　では，管面の波形（CH1＆CH2）がトリガー信号となります。

CH1　では，CH1　の入力信号だけがトリガー信号となります。

CH2　では，CH2　の入力信号だけがトリガー信号となります。

本器では，CH1 および CH2 の入力にそれぞれ同期している信号を加えた場合，CH1でトリガーをかけ，CH2のみを観測する，又はその逆の動作等がワンタッチで出来ます。

4.6.2　外部トリガー（EXT TRIG IN）

外部トリガーは，垂直軸増幅器などの影響を受けずに，トリガー回路を動作させることが出来ます。

例えば，内部トリガーの場合，VOLTS/DIVを切換えたり，垂直軸ポジションを動かしたりすると，トリガー回路に加わる電圧に影響を与えます。従って入力信号の波形によっては，不安定なトリガー状態になったりすることもあります。

このような場合，外部トリガーで使用すれば，垂直軸増幅器系のどのツマミを動かしても，外部トリガー信号波形に変化をおよぼさない限り，安定にトリガーさせることが出来る訳です。

外部トリガー信号は約 10Vp-p 以下の信号電圧で使用します。

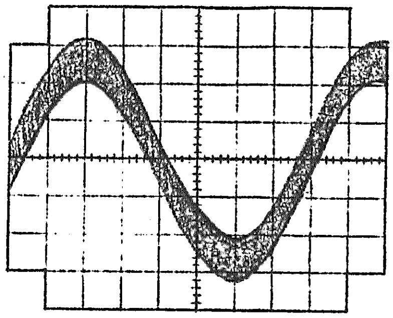
4.7.　AC　と　DC

本器では，トリガー入力の結合をDC結合ともする事が出来ますので，トリガーの使用法が極めて多用途の目的に使えます。特にトリガーの入力信号が，5Hz以下～DCの場合や，単掃引動作で使用の場合など，DC結合ならではのトリガリングに最適です。AC結合の場合は，5Hz以上～20MHzのトリガー入力信号や，直流を含んだトリガー信号など，一般動作の時，使用します。

4.8　FLAT と HF REJ

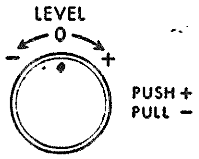
HF REJ は，約50 kHzで－3 dB となる様なハイカットフィルターが，トリガー入力回路の前に挿入されますので，トリガー入力波形に不要なノイズや，高周波成分が重畳している時，有効なスイッチです。
又，2現象動作で，TIME/DIVツマミが，CHOPの領域にある時，HF REJにしますと，同期の乱れがなくなる場合もあります。

50 kHz 以上の高い周波数が重畳した波形



FLATは，DCから 20MHz までのトリガが信号に対し，常に安定したトリガーをかける事が出来ます。

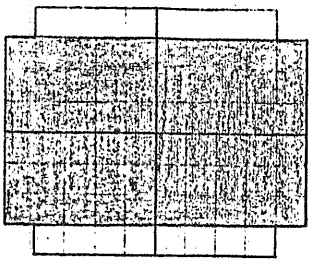
4.9　LEVEL ツマミと PUSH＋，PULL－



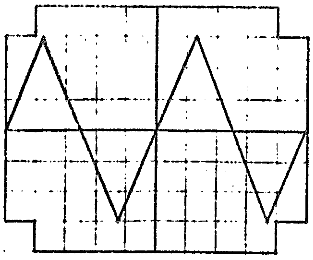
本器の CHI 入力端子に，約1 kHz の正弦波信号又は，三角波信号を加えます。（管面の振幅が 6 DIV 以上振れる様，入力信号又は，本器の入力減衰器を調節して下さい。）
パネル面の操作は次の通りです。

FLAT　HFREJ	FLAT
AC　DC	AC
CH1, CH2, NORM, EXT	CHI
TIME／DIV	0.2mS/DIV
COMP AUTO, AUTO, NORM, SINGLE	AUTO

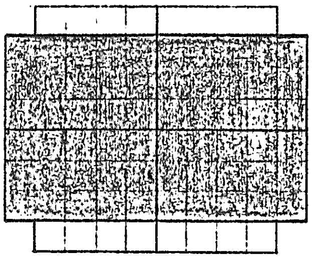
LEVELツマミを左から右へ回すと，管面の波形は，フリーランの状態から，LEVEL ツマミのある位置で同期がかかり，波形の書き出し点が下から上へと移動し，再びフリーラン状態となります。LEVEL ツマミを右から左へ回すと，逆の現象が管面で観測されます。



イ）フリーラン

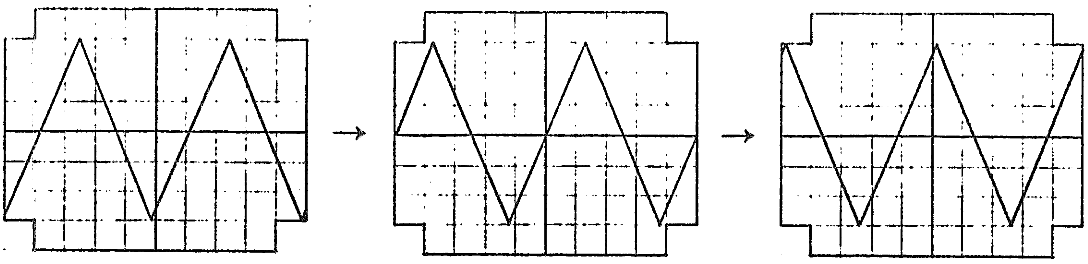


ロ）同期状態

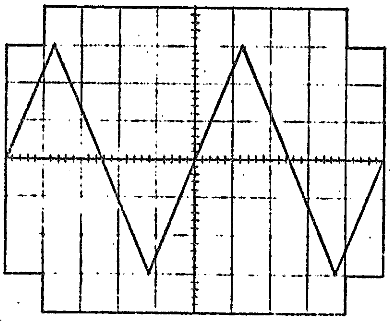


ハ）フリーラン

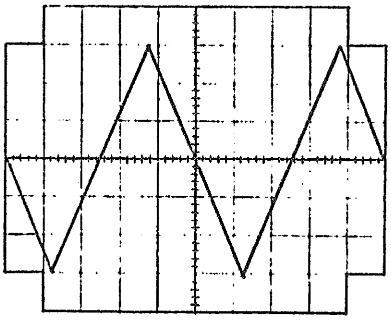
波形が静止した位置から LEVEL ツマミを右へ回すと，波形は静止したままで管面の右から左へと移動し，輝線の書き出し部分も下から上へと移動します。（トリガーレベルの移動）



次にレベルツマミをゆっくりと引き出します。書き出し部分のスロープが逆になります。これはトリガーが負極性で同期のかかっている事を示します。



PUSH ＋



PULL －

4.10. COMP AUTOの操作

前項で設定したパネル面のスイッチの内，AUTOプッシュボタンスイッチからCOMP AUTOプッシュボタンスイッチに変えます。同時に，本器の入力減衰器を操作して，管面の信号波形振幅を約0.3 DIVにします。この時，管面信号波形は，同期した静止画像のまま振幅のみが，減衰している事が確認されます。（TIME/DIVツマミを1 mS/DIVにすると，良くわかります。）
又，振幅を8DIV以上にしても，同期した静止画像が得られます。

4.11. AUTOの動作

AUTOの位置では，トリガー入力信号が無い場合でも，自動的に時間軸が掃引し，掃引時間の速いレンジでも，明るい輝線が現われ，ZERO レベルの確認が容易です。

4.12. NORMの動作

NORMの位置では，本器への入力信号が全くないか，後面パネルにあるEXT TRIG IN 端子への入力信号が200mVp-p以下の場合，あるいは，LEVELツマミの位置が，トリガー点を越えた場合，等，時間軸は待機し，管面から輝線が消えます。

4.13. SINGLEの動作

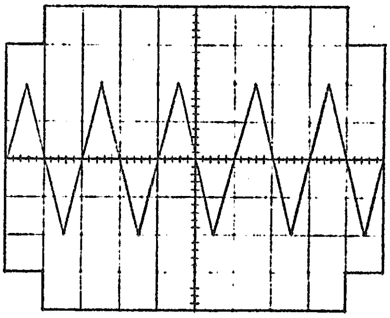
SINGLE（単掃引）を行なうには，次の操作をします。

A）まず繰返し波形をCHIかCH2に加え，トリガーのモードを，NORMにして，トリガーLEVELツマミを調整し，同期波形を管面に出します。
B）上記のトリガーモードNORMをSINGLEに切り換えます。
C）加えていた入力信号を切ります。
D）SINGLEスイッチを再度押します。（PUSH TO RESET 動作）
E）スイッチから指を離すと，もとの状態にもどりますが，パネル面右上方のLEDが点灯し，時間軸は待機の状態となります。
F）再び，観測しようとする入力信号を加えると，その信号でトリガされ，時間軸回路は一回だけ掃引し，LEDは消灯します。時間軸は，SINGLEプッシュボタンスイッチを押さない限り再び動作することはありません。

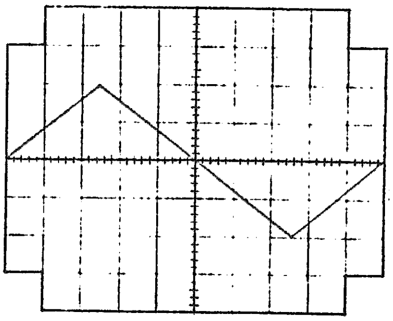
4.14　掃引拡大の操作（PULL 5× MAG）

入力信号の一部を拡大し観測する場合は，掃引時間を遅くすれば良いのですが，掃引のスタート点以後の遅れた部分を拡大して見たい時，掃引時間を遅くすると，その見たい部分が管面外へ出てしまうことがあります。

この場合，水平 POSITION ツマミを手前に引き出し，5×MAGにすると，管面の中心から左，右へ5倍拡大出来ます。



イ）拡大前



ロ）拡大後

拡大した時の掃引時間は次式で求める事が出来ます。

TIME/DIV　（指示値）÷5＝掃引時間/DIV

本器の場合，0.2μS/DIVを5倍拡大して40nS/DIVの高速掃引で，観測が行なえます。

拡大する事により，輝度が低下しますので，次の場合以外は拡大しない方が良いでしょう。

1）掃引のスタート点から離れた部分を，部分拡大して観測したい場合
2）0.2μS/DIVより速い掃引をさせたい場合

4.15　垂直軸入力信号の加え方

4.15.1　被覆電線の使用

垂直軸の入力端子に附属のBNC端子アダプタを取り付けて，この端子アダプタに被覆電線を接続し，入力信号を加えます。しかし，被覆線がやや長い時や，入力信号源のインピーダンスが高い場合，誘導を受け易く対アース間の漂遊容量も大きく，観測に支障をきたします。

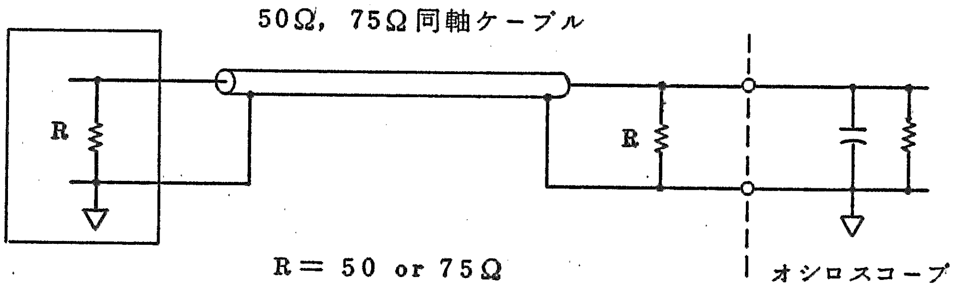
10：1 のプローブを使用した時に比べると，被測定回路などにおよぼす影響が大きくなります。

4.15.2　シールド線の使用

シールド線などを使用することにより，外部からの誘導を防止することができますが，信号源と，アース間の容量が 50pF ～ 100 pF/m と大きく，信号源のインピーダンスが比較的高く，また高い周波数成分を含んだ信号波形の観測には適しません。

4.15.3　同軸ケーブルの使用

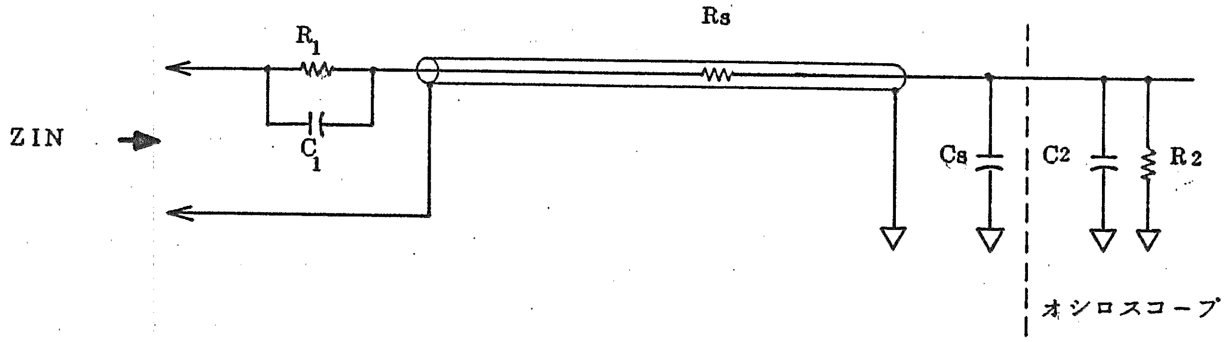
信号源のインピーダンスが，50Ω，75Ωの時は，インピーダンスの合った同軸ケーブルを用い，インピーダンス マッチングを取ることにより，高い周波数成分を含んだ信号を減衰しないで伝送することができます。
インピーダンス マッチングを取る場合は，図のように，オシロスコープの入力側に，同軸ケーブルの特性インピーダンスに合った 50Ω 又は 75 Ω の純抵抗 R で終端し，使用します。


50Ω，75Ω同軸ケーブル
R
R
オシロスコープ
R＝ 50 or 75Ω
被測定側

A 図

4.15.4　プローブの使用

本機の附属の減衰比 10：1 のプローブを用います。
オシロスコープからプローブ本体までの線およびプローブ本体は電気的にシールドされ，外部からの誘導を受けません。


R1
Rs
ZIN
C1
Cs
C2
R2
オシロスコープ

Rs： ケーブルの直列抵抗
（ Rs の抵抗値は R_1，R_2 の値に比べ極めて小さい値です。 ）

$$ZIN = \frac{R_1 + R_2}{\omega C\,(R_1 + R_2) + 1}$$

$$C = \frac{C_1 \times (C_2 + C_s)}{C_1 + C_2 + C_s}$$

C_s：ストレーキャパシタンス ＋ ケーブルの容量

減衰用抵抗器 R_1 と，その並列容量 C1 とで，広帯域のアッテネータが，作られていて観測する信号源のインピーダンスが高い場合，あるいは，高い周波数成分を含む信号の観測に適し，被測定側にあまり影響を与えません。

減衰比は

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1\text{M}\Omega}{9\text{M}\Omega + 1\text{M}\Omega} = \frac{1}{10}$$

で，10：1ですが，これは電圧レベルを単に $\frac{1}{10}$ に分圧することが目的でなく，被測定側に与える影響を軽減するためです。

4.15.5 プローブ使用における注意事項

1）20頁に記載した最大許容入力電圧を守ること。

2）アースリード線に付いて，広帯域で，しかも高感度で使用する場合は，必ず附属のアースリード線を使うこと。
2現象で使用する時も，各々のアースリード線を使用すること。

3）プローブの位相合せは，正確にすること。又，本機に附属のプローブをかならず使用すること。

4）プローブに，機械的ショックや強い振動を与えないこと。
又，極度に折曲げたり，強く引張らないこと。

5）プローブ本体および先端の材質は，熱に弱いので，リード線を挟んだままで，近くの半田付けをしないこと。

4.16 電圧の測定

4.16.1 DC電圧の測定

1）トリガーをAUTOにし，時間軸をフリーランニングにし，TIME/DIVを1 mS/DIV 前後の輝線を出します。

2）次に，垂直軸入力のGNDプッシュボタンスイッチをGNDにします。この時の輝線の位置が，垂直入力が0Vの位置となるので，管面の測定し易い位置に，POSITIONツマミで設定します。

3）AC, DC,プッシュボタンスイッチをDCにし，測定する電圧を垂直軸の入力に加え，その時の輝線の移動量を管面目盛上で読み取ります。

4）電圧を加えた時，輝線が，管面外へ出てしまう場合には，VOLTS/DIVを左へ廻し，感度の低いレンジに切換測定し易い位置に移動するようにし測定します。

5）輝線の位置が，測定前の位置より上方であれば電圧の極性は，＋，下方であれば － となります。

6）測定は，VARIABLEを右へ廻し切った，CAL"D の位置で行えば，1 DIV当りの電圧感度が校正され，値の読み取りが容易です。

○ 直接入力端子へ加えた場合

電圧　V ＝ VOLTS/DIVの指示値 × 振れ DIV

○ 10：1のプローブ使用の場合

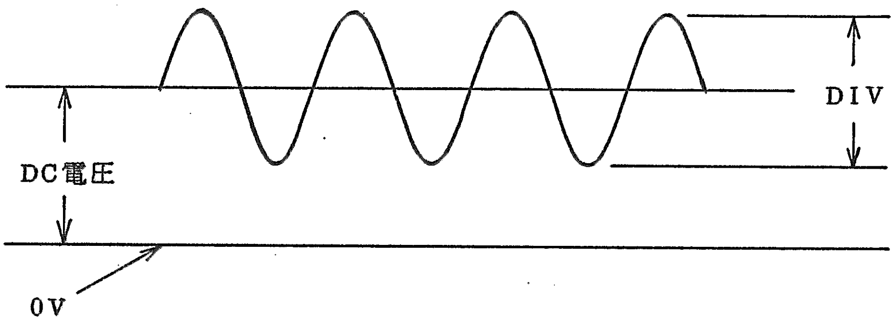
電圧　V ＝ VOLTS/DIVの指示値 × 振れ DIV×10

4.16.2 AC電圧の測定

AC電圧が，DC電圧に重畳されている場合，AC，DC，プッシュボタンスイッチをDCで使用すると，DC電圧がAC電圧に比べ高い場合，DC電圧のため輝線が管面外へ出てしまうことがあり，AC電圧の部分が観測できなくなります。

この場合，垂直POSITIONで，AC電圧部分を管面内へ移動できる時もありますが，VOLTS/DIVを感度の低い方向へ切換え，AC電圧部分を管面内に出します。

しかし，通常AC，DC，プッシュボタンスイッチをACにし，直流電圧をカットし，AC電圧分のみを適当な振幅で，観測します。



振幅 cm から

電圧　Vp-p＝ VOLTS/DIV の指示値 × 振幅 DIV

10：1 プローブ使用では　、

電圧　Vp-p ＝ VOLTS/DIVの指示値× 振幅DIV × 10

で求められます。又正弦波の実効値 Vr.m.S は

$$\mathrm{Vr.m.S} = \frac{\mathrm{Vp-p}}{2\sqrt{2}}$$

で求められます。

振幅 cm から

電圧　Vp−p = VOLTS/DIVの指示値×振幅DIV

10：1プローブ使用では

電圧　Vp−p = VOLTS/DIVの指示値×振幅DIV×10

で求められます。又正弦波の実効値Vr.m.Sは

$$\mathrm{Vr.m.S} = \frac{\mathrm{Vp-p}}{2\sqrt{2}}$$

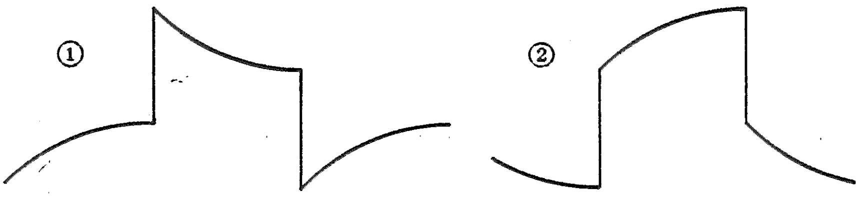
で求められます。

4.16.3　AC結合での使用

前述のとおり，直流電圧に重畳したACの波形観測は，通常AC結合で使用します。

繰返し周波数が，約1kHz以下の低周波信号では，位相の進み，又は遅れが生じ，且つ振幅が減衰しますので，注意が必要です。

特に，繰返し周波数が，1kHz以下の方形波信号では，図のようなサグとなり，波形歪として表れます。



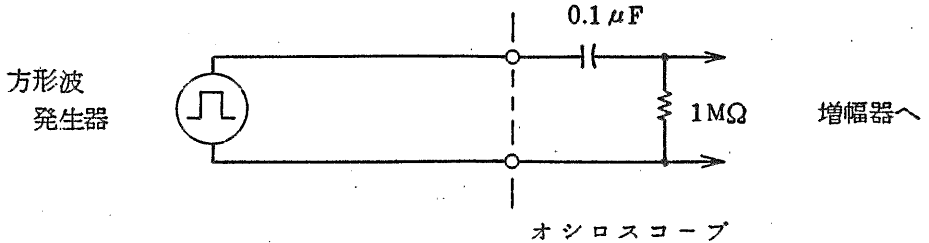
①は，低周波成分が，進み位相で，振幅が減衰している場合

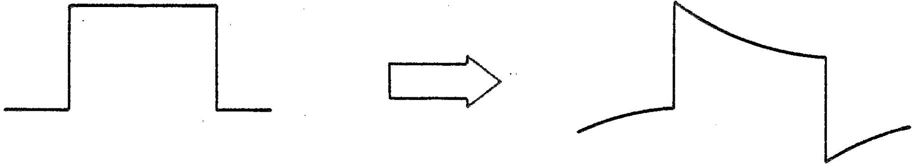
②は，低周波成分が，遅れ位相で，振幅が減衰している場合

に生じる代表的なサグの例です。

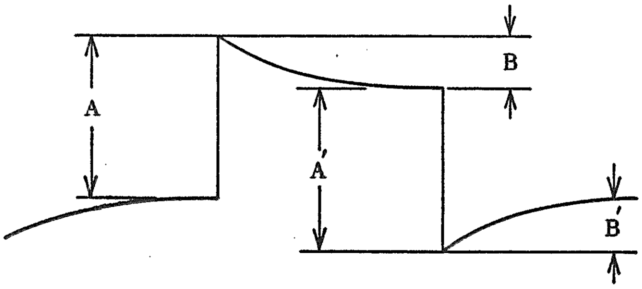
但し，DC結合で，使用すれば，サグのない波形観測ができ，理想的です。

本機の入力インピーダンスは，1MΩ，AC結合コンデンサが0.1μFで，繰返し周波数が低い方形波又は，ステップ電圧を加えると，通常①の波形に近いサグが観測されます。


0.1 μF
方形波
発生器
1MΩ
増幅器へ
オシロスコープ



サグの程度は，次のように求めることができます。



A：基本振幅

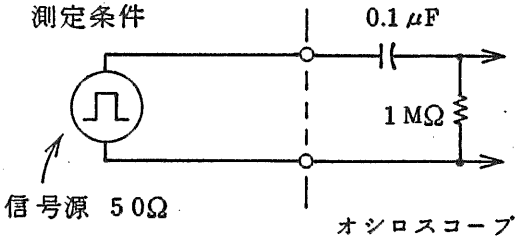
B：サグ

$$サグ(\%) = \frac{B}{A} \quad (又は\ \frac{B'}{A}) \times 100$$

本機のサグの程度の例を表に示します。

繰返し周波数	サ　グ(%)
10 Hz	26
50 〃	4
100 〃	2
500 〃	0.6

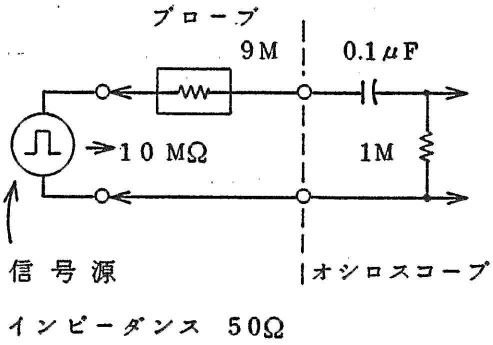
測定条件


0.1 μF
1MΩ
信号源 50Ω
オシロスコープ

10：1のプローブを使用した場合のサグの程度の例を表に示します。

測定条件

繰返し周波数	サグ(%)
10 Hz	2.6
50 〃	0.4
100 〃	0.2
500 〃	0.06


プローブ
9M
0.1μF
10 MΩ
1M
信号源
インピーダンス 50Ω
オシロスコープ

以上の表の結果からも解るとおり，入力インピーダンス1MΩ のオシロスコープに直接接続するより，10：1 のプローブを使った方が，約1/10サグの少ない観測ができます。

ただしプローブを使うと，入力信号が1/10に減衰します。

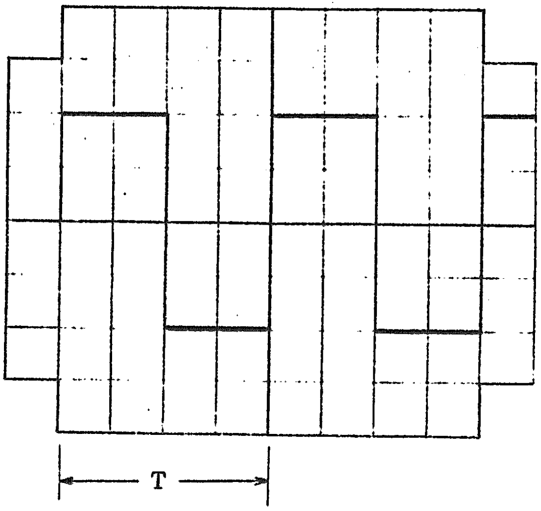
DC 結合では，使用できず，しかもサグの少ない観測が要求される場合は，10：1 のプローブを使うと有利です。

5.　測　　定

5.1　時間の測定

時間間隔の測定

波形の任意の2点間の時間間隔測定は，TIME/DIVの VARIABLE を CAL'D にすることにより，TIME/DIVの指示値からTを直続することができます。



時間T（Sec）＝TIME/DIV（Sec）×読み取り長さ（DIV）

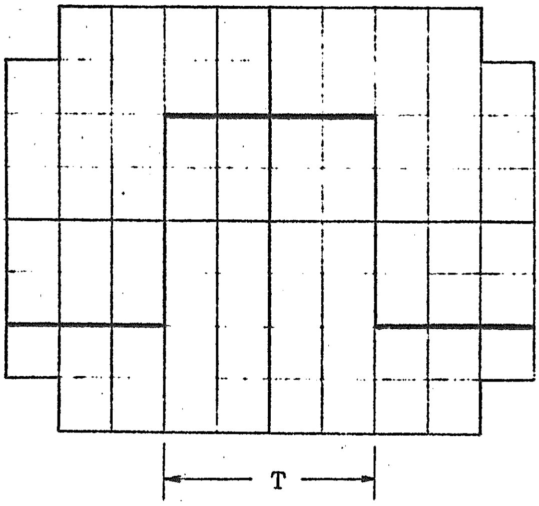
×拡大器の倍率…………………………（A）

拡大器の倍率は，拡大しない時 1，　　拡大した時 1/5 = 0.2

になります。

5.2　パルス幅の測定

観測パルス信号を，管面のほぼ中央に位置させ，測定し易い2～4DIVの振幅にセットします。



TIME/DIV の VARIABLE を CAL'D にします。パルス幅が，狭い場合，必要に応じて，5 X MAG を動作させ，Tを読み取り（A）式で算出します。

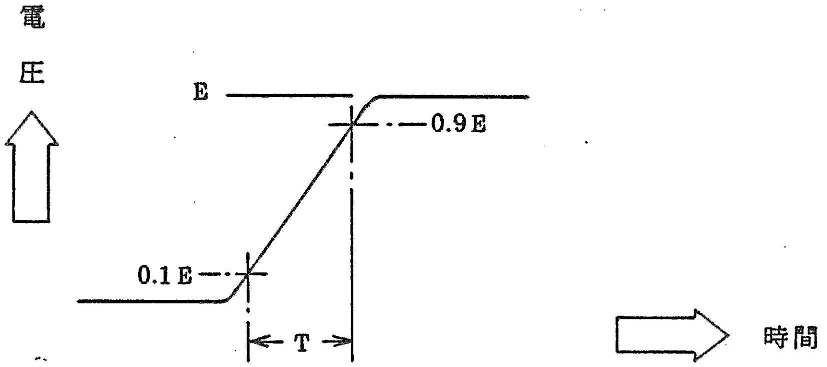
5. 3　パルスの立上り，立下り時間の測定

パルス幅の測定と同様に操作し，Tを読み取り，（A）式で算出します。

この場合，パルスの立上り又は，立下り時間が，本機自身の立上り時間23.3nSに比べ，充分に遅い時は直続できますが，速い場合は，次の式で補正しなければなりません。

$$Tn = \sqrt{T^{2} - To^{2} - TG^{2}}$$

Tn ：真値
T ：実測値
To ：本機の立上り時間 17.5nS（計算値）
TG ：信号発生器の方形波立上り時間



5. 4　周波数の測定

周波数の測定には，次の3種類の方法があります。

1) 波形の1サイクル当りの時間 T を測定し（A）式から算出します。

$$周波数\ f\,(\mathrm{Hz}) = \frac{1}{周期\ T\ (\mathrm{Sec})}$$

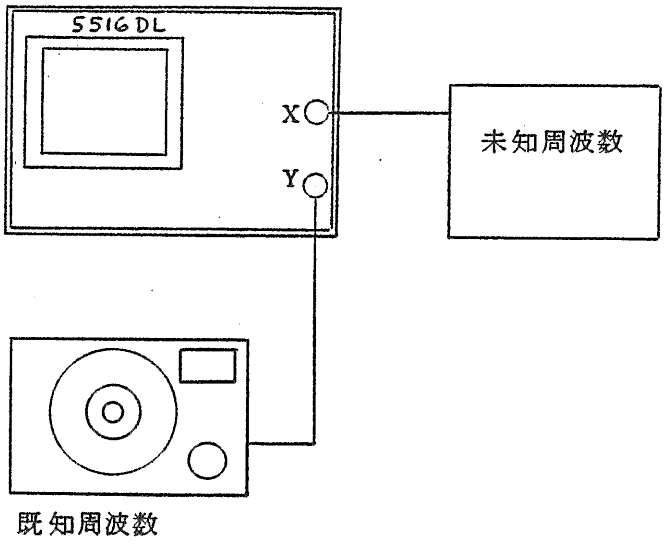
2) 10 ～ 20サイクル当りの時間を求め，水平方向の目盛10DIV の中に入る周期の数 N を数えて，式から算出します。

$$周波数\ f\,(\mathrm{Hz}) = \frac{N}{\mathrm{TIME/DIV}\ の指示値\ (\mathrm{Sec}) \times 10}$$

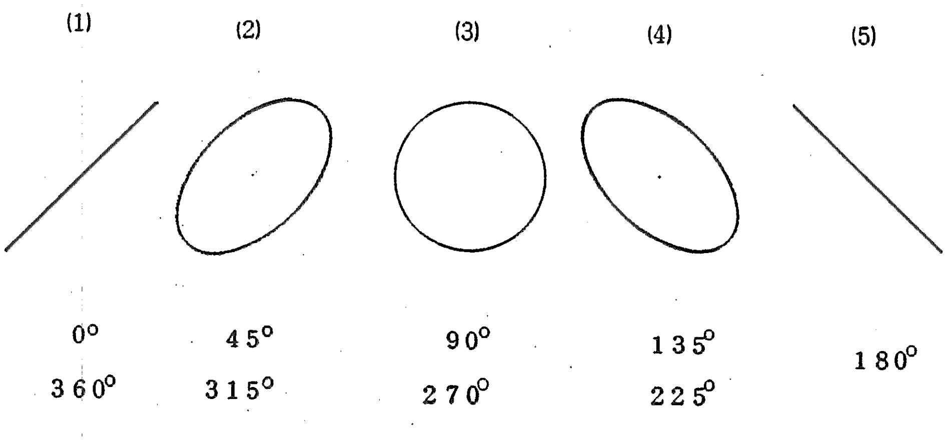
この方法は，1）の場合に比べて，Nが大きい場合に測定誤差を少なくすることができます。

3）以上の2つの方法は，時間測定による周波数の測定ですが，周波数が，10kHz以下で，正弦波のように，単純な波形の場合は，X－Yスコープの動作にし，リサージュ図形で，周波数を測定できます。
操作方法は，27頁のX－Y動作の所を参照下さい。

接続図


5516DL
X
Y
未知周波数
既知周波数

X，Y軸に加える信号の大きさにより，感度を各々適当に調整し，X，Y共ほぼ同一の振幅になるように，VOLTS/DIV 或いは，VARIABLE をセットします。
次に，既知信号周波数を変化させて行くと，図のように，1：1のリサージュ図形が描けます。


(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
0°
360°
45°
315°
90°
270°
135°
225°
180°

周波数比が，１：１のリサージュ図形は，円，楕円，直線のいずれかであり，１：１の周波数比に近づくと，前図の(1)→(5)→(1)と，図形で連続的に往復します。

さらに周波数が近づくと，変化はゆっくりになり，一致すれば(1)〜(5)の形で静止します。

この時の既知周波数が，求める周波数と等しくなります。

以上周波数を広範囲に連続可変できる発振器を用いて，周波数比１：１の図形を用いるのが，もっとも容易で，正確な方法です。

5. 5　位相差の測定

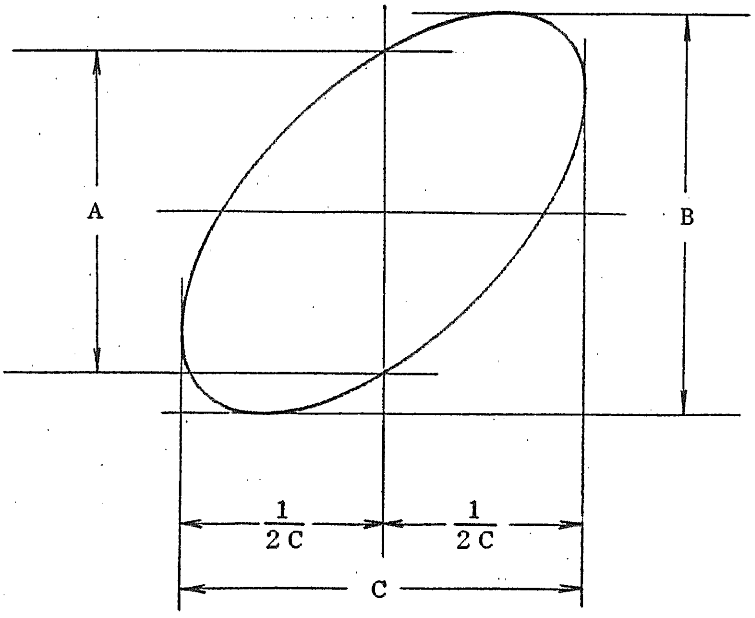
1)　リサージュ図形による位相差の測定

周波数測定の所で述べたように，X，Y動作にし，リサージュ図形を描かせます。

この場合，X軸増幅器およびY軸増幅器の感度は，できるだけ最大で使用します。又，信号源の出力を，管面の中央附近で，映像波形の振幅が５％以上となるように調整します。

図のように，A．B．を測定し，算出します。

$$\text{位相差}\ \theta = \mathrm{Sin}^{-1}\frac{A}{B}$$



リサージュ図形による位相差の測定方法は，従来から知られていますが，次のような欠点があります。

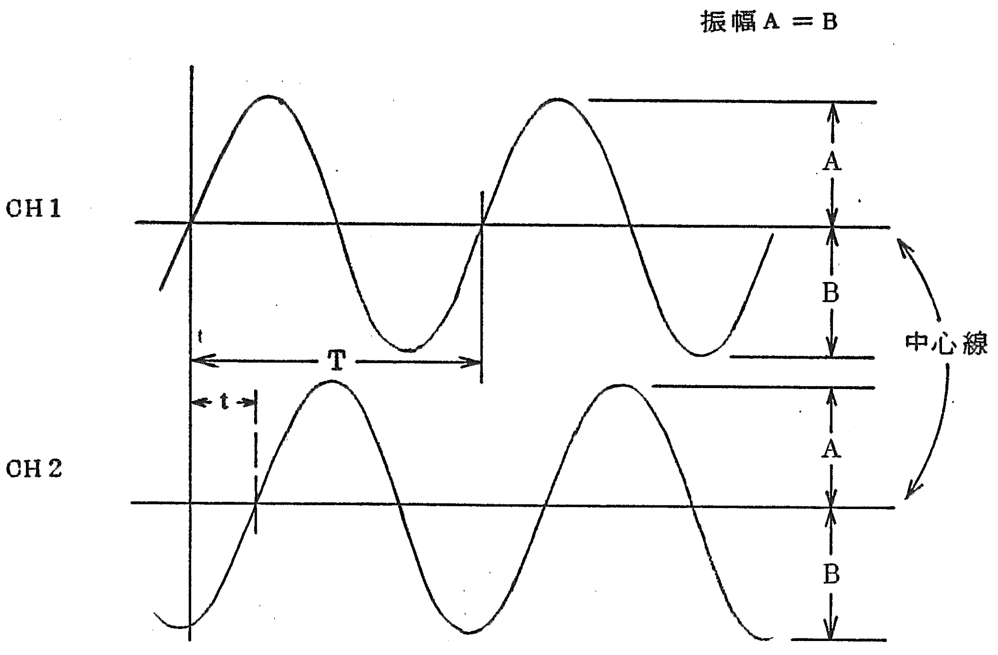
① 通常のオシロスコープでは，X軸の周波数帯域幅が狭く，内部での位相差が大きい。

② 位相差の測定精度が比較的悪い。

以上の理由から，正確な位相差 θ の測定は，以下に述べる２現象による方法を推奨します。

2) ２現象による位相差の測定

垂直軸 MODE を DUAL にし，TRIGGER は CH1 のボタンを押します。CH1，CH2 に測定する信号を加えますが，CH1 に基準となる信号を加え，図のような観測波形を描かせます。



$$位相差\ \theta = \frac{t}{T} \times 360^{\circ}$$

CH1及び CH2 に加える信号を大きくするか，或いは感度を上げ，各々の波形振幅をできるだけ管面いっぱいに偏らせ，測定します。

波形の中心線は，CH1，CH2とも振幅A＝Bになる位置に設定し測定します。

プローブを使用する場合は，両チャンネル共プローブを使用し，かつ校正電圧（CALIB）で，双方の位相特性の調整を完全にし，測定します。

この2現象による測定方法は，微少なtの測定が可能で，また進相，遅相が，一目で観測できる特長があります。

6. 校　　正

6.1 概　　要

本器は，ある期間使用したら，かならず定期的に校正する事が望まれます。

校正は，全般にわたって行なう事が望まれます。

時間軸の精度が，常に要求される測定が主であれば，特に時間軸の校正を，あるいは，垂直軸の感度の精度が，常に要求される測定が主であれば，特に垂直軸の感度校正をと，必要に応じた校正方法も良いでしょう。

しかし，故障修理等を行なった場合，修理内容によっては，全般にわたっての校正が必要です。

また，本器の各回路に使用する直流電源（安定化，及び非安定）の電圧調整を行なった場合は，他の部分に影響を与えますので，かならず全般的な，校正が必要です。

校正は，当営業，又は商品技術に，お申し付下さい。敏速で的確な校正がなされます。

以下に比較的簡単にできる校正方法と調整カ所を述べます。

6.2 直流電源の調整とチェック

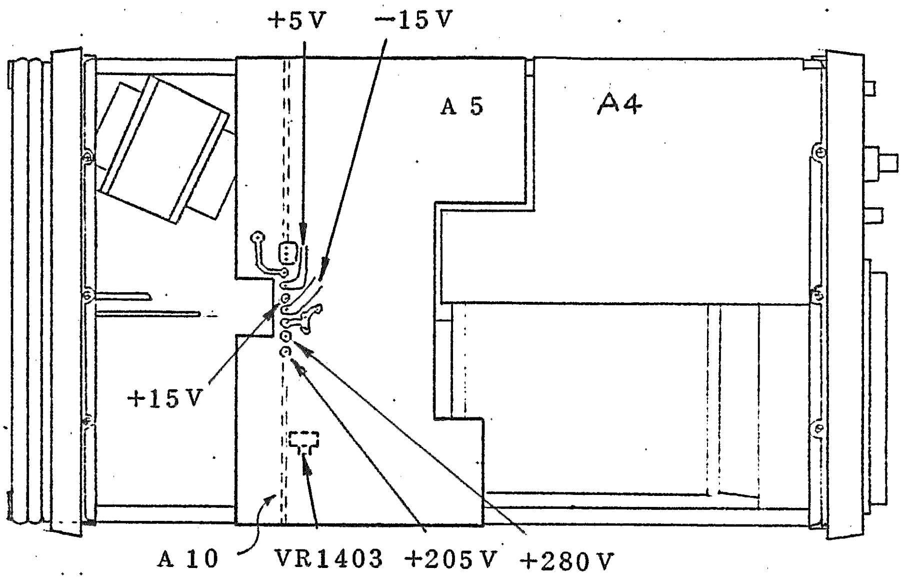
本器の校正を行なう場合，初めに，直流電源の調整とチェックが必要です。

調整，チェックには，正確に校正されたデジタルボルトメータが適当です。

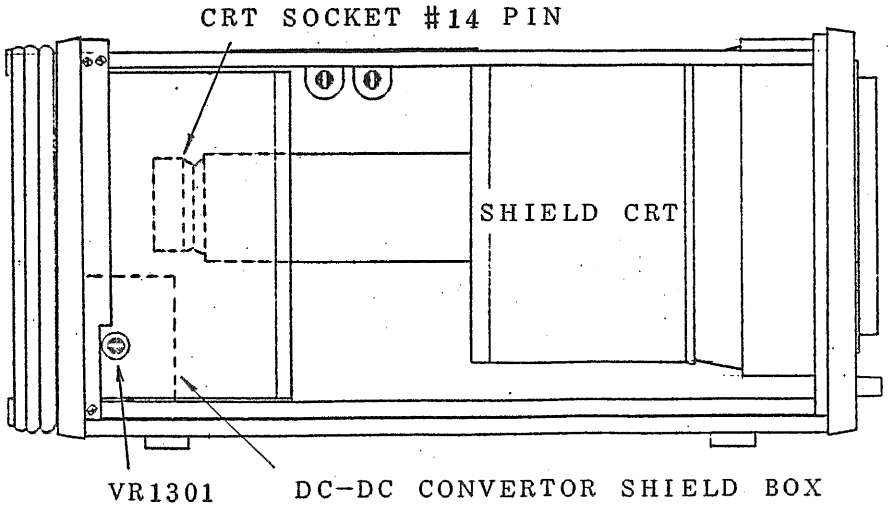
下表に電圧値，および次頁に調整用半固定抵抗器の位置を示します。

直流電源	種　類	電　圧　範　囲	調整カ所	注
+5V	安定化	+4.75V ～ +5.25V	非　調　整	
+15V	〃	+14.9V ～ +15.1V	VR1403	⊘
−15V	〃	−14.7V ～ −15.3V	非　調　整	
+205V	非安定	±20%	—	
+280V	〃	±20%	—	
−1850V	安定化	−1845V～−1855V	VR1301	⊘

電圧の測定は，チェック点と，アース間の電圧を測定します。
各点の電圧は，本器への電源入力電圧の範囲を，100V±5％で測定して下さい。


+5V
−15V
A5
A4
+15V
A10
VR1403
+205V
+280V

−1850Vの直流電源は，ブラウン管に加えられる電源です。この電圧が変化すると，ブラウン管の輝度や，垂直，水平軸の感度が大きく変化するので，注意が必要です。　チエック点はブラウン管のPIN ♯14とアース間です。


CRT SOCKET ♯14 PIN
SHIELD CRT
VR1301
DC−DC CONVERTOR SHIELD BOX

注）各直流電源の調整，及びチェックは，次の順序に従って下さい。

1. +5V　電圧チェック
2. +15V　電圧調整

3.　−15V　電圧チェック

4.　+205V　電圧チェック

5.　+280V　電圧チェック

6.　−1850V　電圧調整

又，−1850V の電圧調整には，なるべく入力インピーダンスの高い（1000MΩ以上），精密級のデジタル式の電圧計を使って下さい。

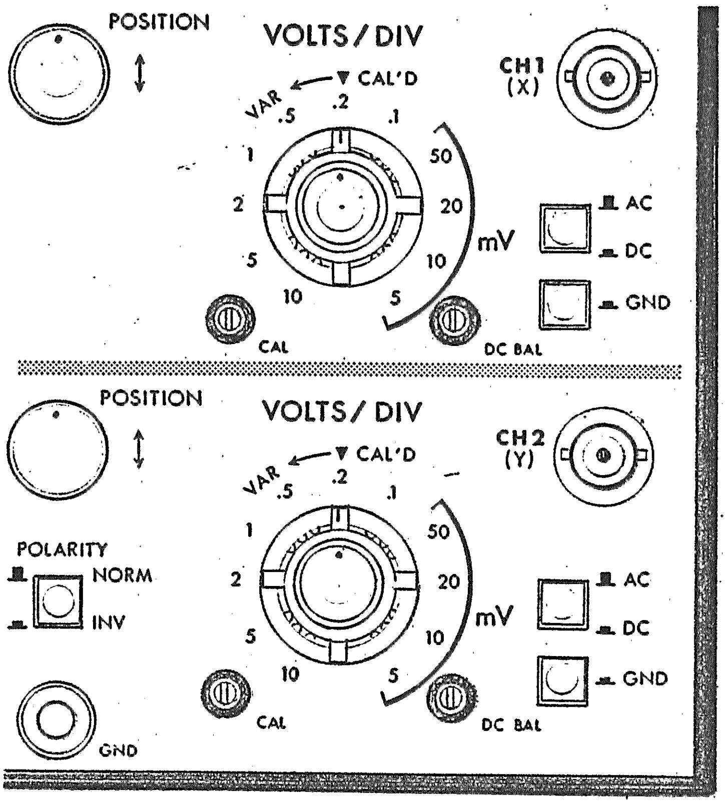
6.3　垂直軸偏向感度

出力電圧設定が，0.5%以内の確度をもつ，1kHz の方形波発振器を，40mVp−p に設定して，垂直軸の入力端子へ加えます。

VOLTS/DIV が 5mV レンジの時，管面振幅が正確に 8DIV となるように，パネル面の CAL ボリウム（CH1 − VR305，CH2−CH2 − VR405）を調整します。

VOLTS/DIV の各レンジにおいて，各指示値の 8 倍の電圧を加え，管面の振幅をチェックします。

各レンジ共，指示値の±3%以内に入っているはずです。


POSITION
VOLTS / DIV
CH1 (X)
VAR
CAL'D
.5
.2
.1
1
2
5
10
50
20
10
5
mV
AC
DC
GND
CAL
DC BAL
POSITION
VOLTS / DIV
CH2 (Y)
POLARITY
NORM
INV
GND
CAL
DC BAL

6.4 VOLTS/DIV 各レンジの入力容量および位相補正

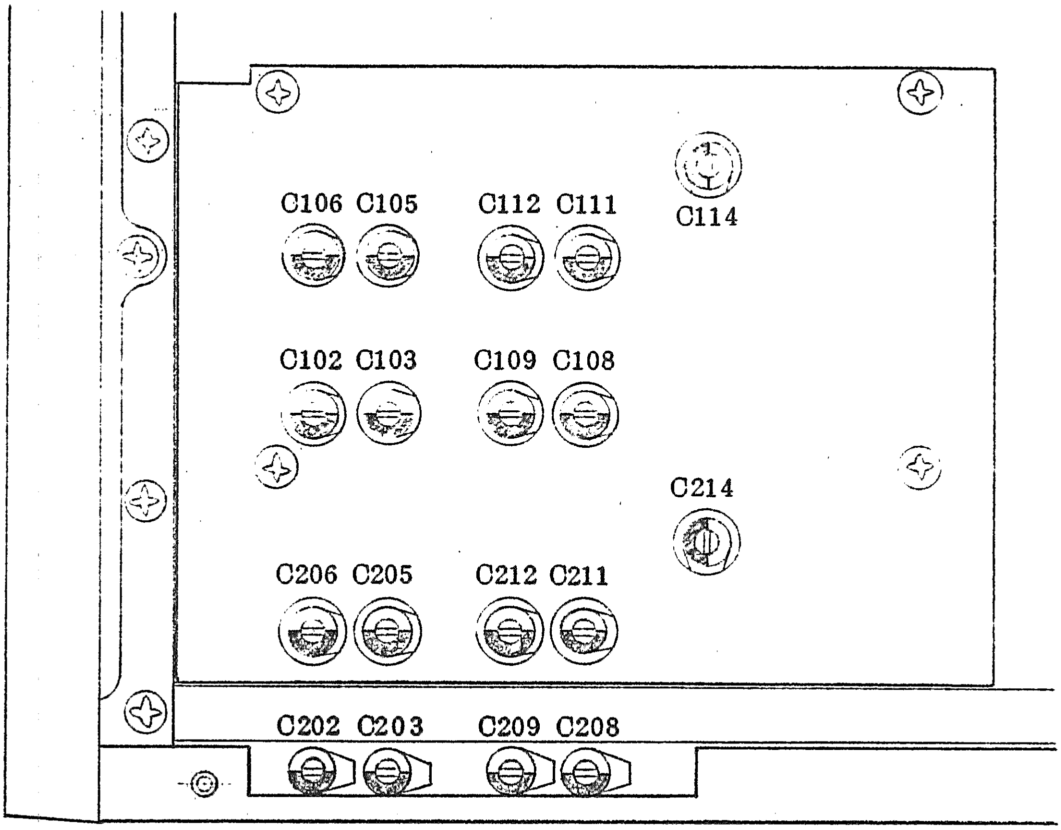
VOLT/DIVスイッチ各レンジの位相特性調整がはずれていると，管面上の観測波形の歪や，周波数特性に異状が生じます。
位相特性の調整は，入力容量と，高周波域の補正コンデンサの調整で行ないます。
したがって，入力容量35PFを測定できる容量計と，高品位の，繰返し周波数約1kHzの方形波発振器を用います。

入力容量を測定する容量計は，ブリッジ形式のものでは測定しにくく，低容量のCメータが適します。
1kHz方形波は，本器のプローブ校正用のCALIBの信号を利用するのが適当です。
方形波発振器を使用する時は，波形にサグ，オーバーシュートなどの歪が少く，立上り時間が，1μS 以下のものを使用して下さい。
下表に調整カ所を示します。

VOLT/DIVのレンジ	CH1		CH2	
	校正用可変コンデンサー		校正用可変コンデンサー	
	入力容量	高周波・補正	入力容量	高周波・補正
5mV	C114	—	C214	—
10 〃	C109	C108	C209	C208
20 〃	C112	C111	C212	C211
50 〃	C102	C103	C202	C203
0.1 V	—	—	—	—
0.2 〃	—	—	—	—
0.5 〃	C106	C105	C206	C205
1 〃	—	—	—	—
2 〃	—	—	—	—
5 〃	—	—	—	—
10 〃	—	—	—	—

棒線部分は無調整

下図に調整カ所を示します。


C106
C105
C112
C111
C114
C102
C103
C109
C108
C214
C206
C205
C212
C211
C202
C203
C209
C208

6.5　掃引時間

パネル面のツマミを次の様に操作し，垂直軸入力に正確な 1mS の時間々隔を持った，タイムマーカ信号か，または発振周波数の 1kHz の信号（方形波出力があれば，なお良い）を加えます。

トリガモード	AUTO
TIME/DIV	1mS

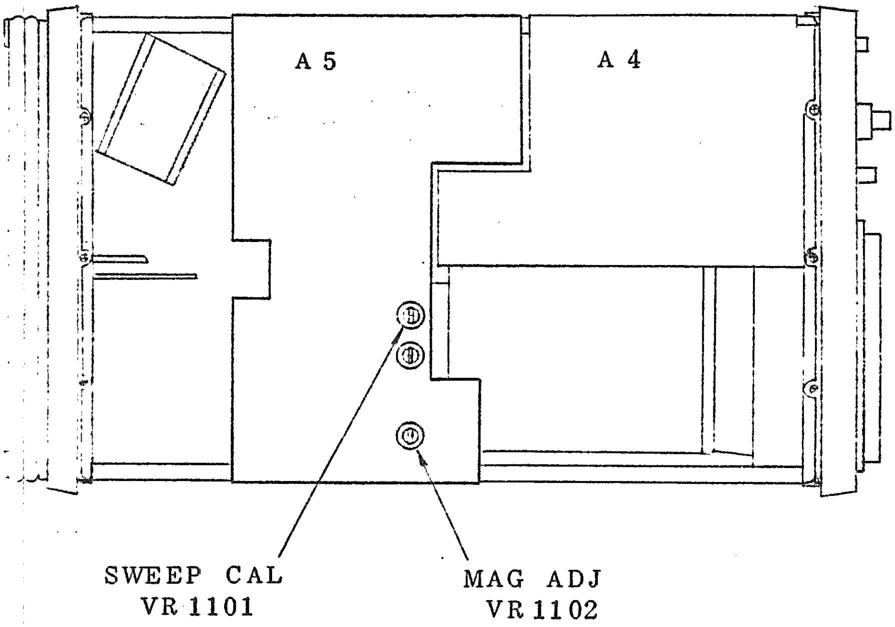
掃引時間の確度は，パネル面の指示値の±3％以内であれば，規格内です。

1mS は全レンジの基準となるので，できるだけ正確に校正する必要があります。

校正の確度は，±1％以内になる様に SWEEP CAL ×1（回路図中の VR1101）の半固定抵抗器を調整，校正します。同時に，パネル面の POSITION ツマミを引き RULL 5×MAG の状態にし，MAG ADJ（VR1102）を調整し，±1％以内に校正します。

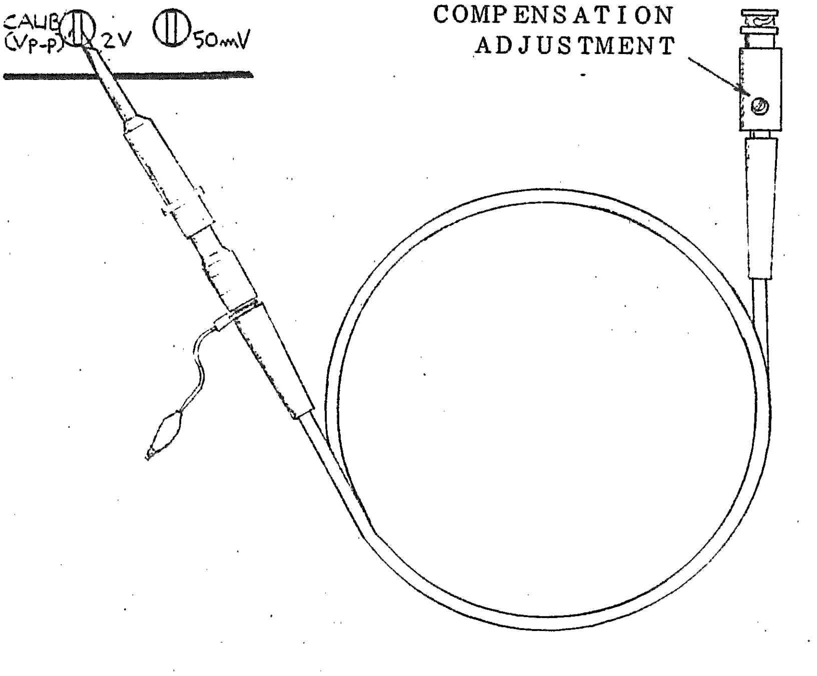
次頁に各半固定抵抗器の位置を示します。

承認 ・ ・
校正 ・ ・
菊水電子工業株式会社　取扱説明書書式
NP-32635 B　75.10.100・20SK14
作成 年月日 ・ ・
仕様 番号 S-772511


A 5
A 4
SWEEP CAL
VR 1101
MAG ADJ
VR 1102

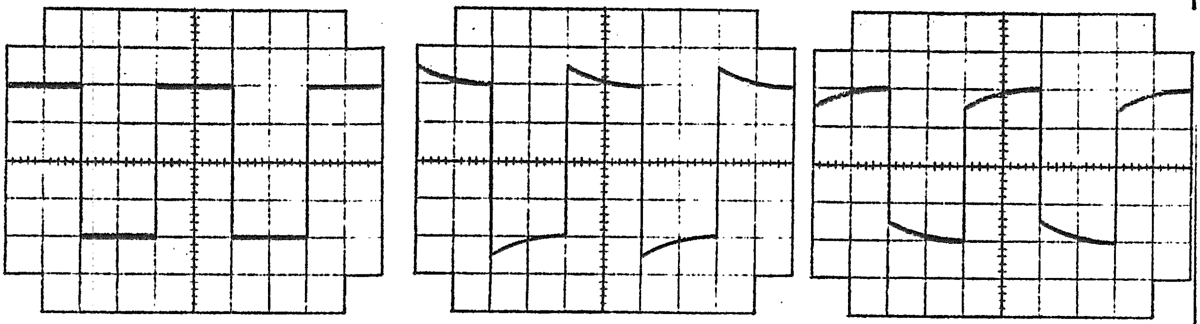
6. 6　プローブの校正

プローブの校正は，パネル面の校正電圧端子の 1 kHz　50mVp-p　または，2 Vp-p の信号を使い校正します。


CALIB
(Vp-p)
2V
50mV
COMPENSATION
ADJUSTMENT

プローブをCH1 または，CH2 の入力に接続し，レンジを50mV に設定します。校正電圧端子の2Vp－p にプローブの先端を接触させると，振幅4 DIV の方形波信号が観測されます。

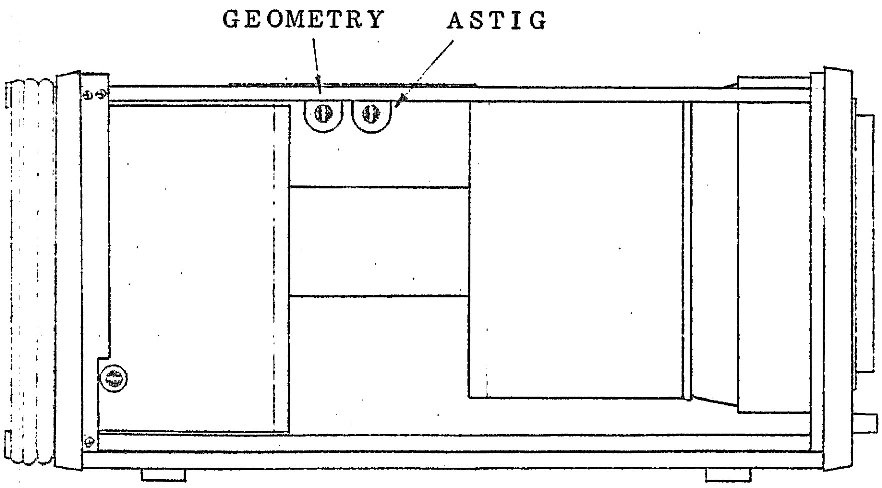
プローブのコンペンセータをドライバー等で回し，下図の最良の波形になる様調整します。

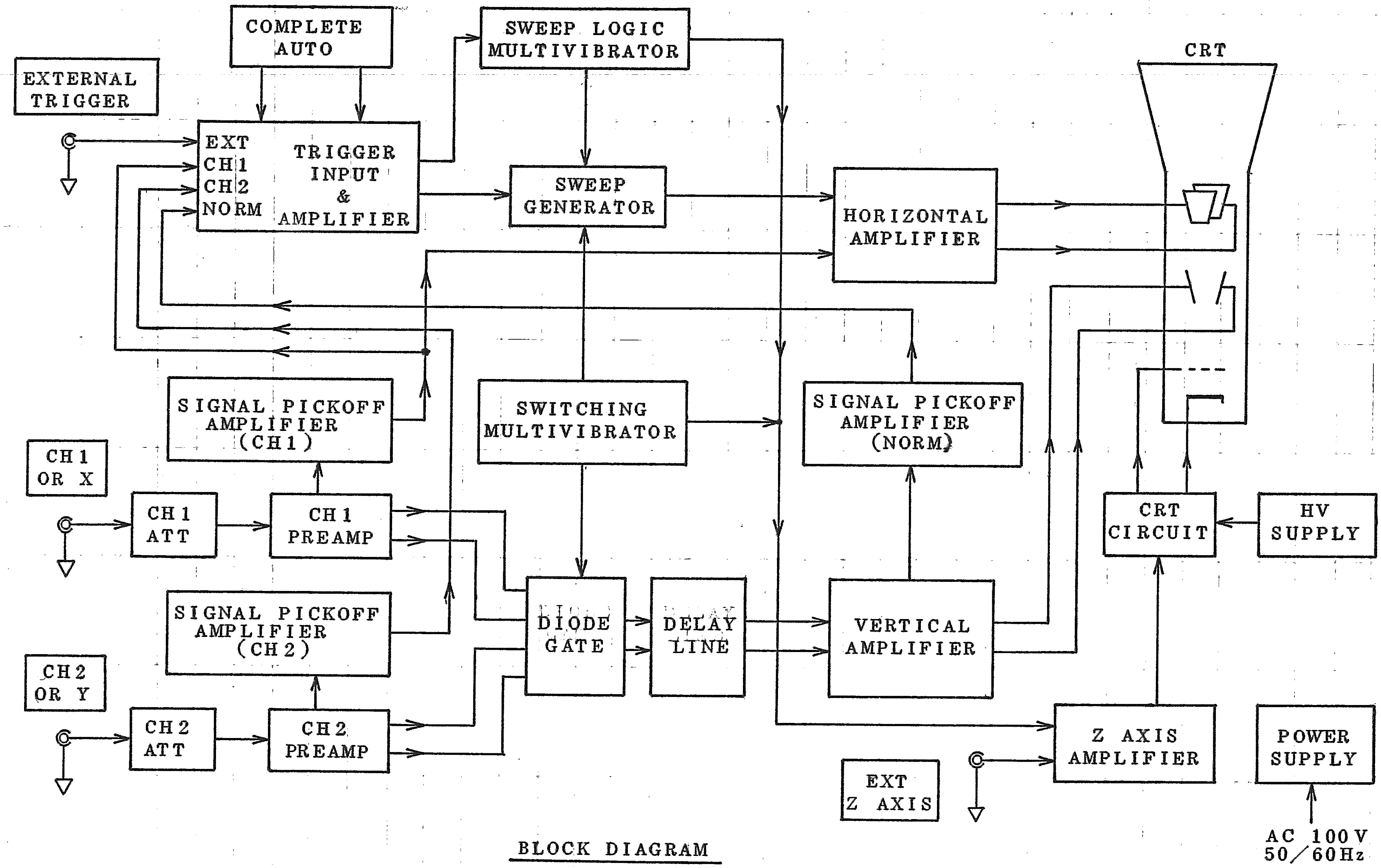

最　良　　　　要調整

6.7　ASTIG　GEOMETRY の調整

ASTIG	FOCUS ツマミと共に調整し，管面の輝線，又はスポットが，鮮明になる様に調整します。
GEOMETRY	管面に矩形のラスターを描いた時起る歪を補正します。

下図に各ボリウムの位置を示します。




COMPLETE AUTO
EXTERNAL TRIGGER
EXT
CH1
CH2
NORM
TRIGGER INPUT & AMPLIFIER
SWEEP LOGIC MULTIVIBRATOR
SWEEP GENERATOR
HORIZONTAL AMPLIFIER
CRT
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (CH1)
SWITCHING MULTIVIBRATOR
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (NORM)
CH1 OR X
CH1 ATT
CH1 PREAMP
SIGNAL PICKOFF AMPLIFIER (CH2)
CH2 OR Y
CH2 ATT
CH2 PREAMP
DIODE GATE
DELAY LINE
VERTICAL AMPLIFIER
CRT CIRCUIT
HV SUPPLY
EXT Z AXIS
Z AXIS AMPLIFIER
POWER SUPPLY
AC 100V 50／60Hz

BLOCK DIAGRAM